



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

TESIS DE DOCTOR EN GEOGRAFÍA

Modelo ambiental con Sistemas de Información Geográfica

aplicado a la gestión de riesgo de desastres urbano:

El caso Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina) 2008 - 2017

Cristina Beatriz Massera

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2018

## **PREFACIO**

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Geografía, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Geografía y Turismo durante el período comprendido entre el 30 de Agosto de 2011 y el 30 de Noviembre de 2017, bajo la dirección de Doctor Héctor Francisco del Valle perteneciente a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, CENPAT, CONICET y del Co-Director Doctor Julio Uboldi perteneciente a la Universidad Nacional del Sur.

Cristina Beatriz Massera

DNI 13.925.995



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR  
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el 10/08/2018 , mereciendo la calificación de 10 (Sobresaliente)

## **RESUMEN**

El problema de riesgo urbano en Comodoro Rivadavia está vinculado a tres componentes relacionadas: la componente de los factores causales, que tienden a aumentar, y explican el riesgo en la ciudad y su naturaleza cambiante; segundo, la componente de la respuesta social a los desastres una vez ocurridos, y los condicionantes impuestos por las diversas características de la ciudad como por ejemplo los entornos de acción y, tercero, la componente de la reconstrucción en el ambiente urbano. A lo largo de su historia las circunstancias económicas, sociales y políticas de la ciudad se han transformado y continúan haciéndolo. Estos cambios se han reflejado inicialmente de manera veloz en el plano económico, pero han actuado también en la configuración de la morfología de Comodoro Rivadavia, construida como resultado del modo de producción dominante: la actividad petrolera. La ciudad se expandió bajo esta actividad y sus beneficios económicos. Desde su formación hasta la actualidad, atravesó un proceso de urbanización desordenado y no planificado. Como resultado, el riesgo se transformó en situaciones de desastre, tanto en la población como en el desarrollo normal de las actividades de la ciudad. En relación a los sistemas informáticos y desarrollo de tecnología geoespacial, no existe en la localidad una aplicación de datos georreferenciados a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG) relacionada con la temática. El objetivo de la presente investigación es desarrollar una aplicación de consulta de datos georreferenciados bajo plataforma SIG para la gestión de riesgo de desastres urbano en Comodoro Rivadavia que permita la toma de decisiones. Dicho desarrollo se propone a partir de la inquietud de los actores que intervienen durante y después de las catástrofes. Los datos contenidos en geobases, diseñados bajo normas de calidad, son incorporados en un servidor de mapas para su consulta y el diseño del sistema sobre el cual funciona la aplicación geoespacial será cedido a Defensa Civil con la correspondiente capacitación en mantenimiento y actualización de la información geográfica.

## **ABSTRACT**

The problem of urban risk in Comodoro Rivadavia is linked to three related components: the component of the causal factors, which tend to increase, and explain the risk in the city and its changing nature; second, the component of the social response to disasters once they have occurred, and the constraints imposed by the various characteristics of the city, such as action environments and, third, the component of reconstruction in the urban environment. Throughout its history the economic, social and political circumstances of the city have been transformed and continue to do so. These changes have initially been reflected rapidly in the economic sphere, but have also acted in the configuration of the morphology of Comodoro Rivadavia, built as a result of the dominant mode of production: oil activity. The city expanded under this activity and its economic benefits. From its formation to the present, it went through a disorderly and unplanned urbanization process. As a result, the risk was transformed into disaster situations, both in the population and in the normal development of the activities of the city. In relation to computer systems and geospatial technology development, there is no application of georeferenced data in the locality from a Geographic Information System (GIS) related to the subject. The objective of this research is to develop a geo-referenced data query application under a GIS platform for urban disaster risk management in Comodoro Rivadavia that allows decision-making. This development is proposed based on the concern of the actors that intervene during and after the catastrophes. The data contained in geobases, designed under quality standards, are incorporated into a map server for consultation and the design of the system on which the geospatial application works will be assigned to Civil Defense with the corresponding training in maintenance and updating of the information geographical.

*La vida tiene un destino oculto que te guía  
y pone en el lugar elegido por ella para una misión.*

A mis padres y hermanas.

A mis hijos Mariana, María Florencia, María Victoria y Santiago.

A mis profesores.

A mis amigos.

A mis alumnos.

**Agradecimientos**

A la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, y al Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia (IGEOPAT).

A la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, a las instituciones provinciales y nacionales, a las asociaciones y uniones vecinales, a los trabajadores de empresas petroleras, a los estudiantes de distintas carreras, a los docentes de diferentes niveles de educación y a la comunidad en general.

Al Dr. Héctor del Valle quien estuvo presente en todo momento de este largo recorrido.

A la Universidad Nacional del Sur por brindar su espacio para mi crecimiento profesional y personal.

## INDICE

Introducción .....	11
Planteo del problema.....	14
Antecedentes .....	16
Hipótesis de trabajo.....	24
Objetivo general .....	24
Objetivos específicos .....	24
Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica.....	25
Orígenes sobre el estudio de riesgo de desastres.....	25
Enfoques científicos para el estudio de los desastres .....	26
Marco conceptual .....	27
Riesgo.....	27
Peligro o amenaza .....	30
Vulnerabilidad.....	32
Gestión del riesgo.....	34
Desastre .....	36
Gestión del riesgo de desastres.....	37
Gestión estratégica para la gestión de riesgo de desastres .....	39
Gestión reactiva.....	42
Gestión correctiva .....	42
Gestión prospectiva .....	43
Interrelación entre los componentes de la gestión.....	43
Gestión de riesgo de desastres urbano.....	45
Características y planificación del SIG .....	47
Los SIG como herramientas para la gestión.....	48
Modelo espacial .....	50
¿Qué es un modelo? .....	51
¿Por qué modelar?.....	52
¿Analizar o modelar? .....	53
Modelo conceptual .....	53
Modelo lógico .....	53
Modelo físico .....	53
Modelo conceptual de riesgo urbano .....	54
Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG.....	55
Métodos y materiales .....	55
Variables y criterios .....	58
Modelo de estimación de amenaza o peligrosidad.....	59
Modelo de evaluación de vulnerabilidad .....	59
Modelo ambiental de riesgo urbano.....	59
Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia .....	61
El ambiente físico - urbano .....	71
Modelo ambiental de riesgo urbano .....	76
Componente de los factores causales .....	76
Amenaza o peligrosidad .....	77
Criterios y valoración de fenómenos de inestabilidad.....	83
Resultados sobre la estimación de amenaza o peligrosidad .....	87
Vulnerabilidad.....	98
Clasificación multivariada.....	98
Determinación de las variables .....	100
Resultados de la evaluación de vulnerabilidad.....	110
Cálculo del riesgo.....	112
Componente de la respuesta social.....	114
Componente de la reconstrucción .....	114

Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano .	117
Definición del contenido .....	117
Diseño del sistema referente a las herramientas en software y hardware .....	121
PostgreSQL .....	122
PostGIS .....	125
Base de datos con extensión geoespacial .....	127
Secuencia de tareas y procedimientos .....	128
Estándares empleados en el desarrollo del sistema .....	133
Open Geospatial Consortium (OGC) .....	133
Protocolo WMS.....	134
EPSG .....	134
Metadatos .....	135
Actualización de datos .....	135
Geoportal.....	136
Servicio y publicación de mapas .....	137
Modelo de implementación y despliegue .....	139
El geoportal como recurso para la gestión de riesgo de desastres.....	140
Capítulo 5: La construcción del riesgo de desastres en Comodoro Rivadavia: degradación ambiental y transformaciones urbanas .....	143
Temporal y desastre en Comodoro Rivadavia entre marzo y abril de 2017 .....	143
El uso de los SIG en la planificación de la preparación para desastres.....	144
Evaluación de daños para la planificación de la recuperación.....	145
Cartografía aplicada a riesgo de desastres a partir de los registros del temporal .....	146
Discusión.....	153
Conclusiones .....	154
Citas bibliográficas.....	157
Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica.....	157
Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG.....	159
Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia .....	159
Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano .....	161
Capítulo 5: La implementación del SIG para la gestión del riesgo de desastres urbano.....	161
Bibliografía consultada .....	162
Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica.....	162
Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG.....	163
Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia .....	167
Consulta de periódicos locales .....	169
Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano .....	169
Capítulo 5: La implementación del SIG para la gestión del riesgo de desastres urbano.....	170
Sitios web de referencia .....	171
ANEXOS.....	173
ANEXO I .....	174
ANEXO II .....	176
Problemas y oportunidades sugeridas a partir del temporal del año 2017 .....	176
ANEXO III.....	178
Esquema geomorfológico de la costa de Comodoro Rivadavia.....	178
ANEXO IV.....	179
Fotografías representativas de los diferentes eventos adversos .....	179



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de peligrosidad y respuestas social.....	31
Tabla 2 Dimensiones de la vulnerabilidad global según Wilches Chaux (1998).....	33
Tabla 3: Descripción de las coberturas de base contemplando los aspectos naturales y antrópicos de la ciudad.....	118
Tabla 4: Descripción de las coberturas asociadas a peligrosidad y vulnerabilidad	119
Tabla 5: Cantidad de registros por tipo de daño en viviendas y vía pública.2017...	146

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las amenazas como fenómenos con potencial destructivo según su origen.....	31
Figura 2: Perfiles teóricos para caracterizar la peligrosidad de fenómenos naturales.....	32
Figura 3: Fases de la Gestión Integral del Riesgo.....	41
Figura 4: Interrelación entre los componentes de la Gestión de Riesgo.....	44
Figura 5: Síntesis de las Fases de la Gestión de Riesgo.....	44
Figura 6: Funciones de análisis espacial de un SIG.....	50
Figura 7: Modelo ambiental de riesgo urbano: variables y criterios.....	60
Figura 8: Localización de Comodoro Rivadavia.....	62
Figura 9: El ejido municipal comprende 548,2 km <sup>2</sup> donde se distribuyen, de manera dispersa, barrios situados en la zona norte y en la zona sur.....	63
Figura 10: Comodoro Rivadavia en 1907 con el descubrimiento del petróleo.....	64
Figura 11: Fotografía de la zona del Infiernillo.....	64
Figura 12: Comodoro Rivadavia en 1919. Avda. Tehuelche - Km3.....	65
Figura 13: Comodoro Rivadavia en 1928.....	65
Figura 14: Comodoro Rivadavia en 1943.....	67
Figura 15: Segunda mensura realizada en 1909, aprobada en 1910 ampliándose el ejido inicialmente proyectado en un importante número de hectáreas.....	69
Figura 16: Distribución de población por área en los barrios de la zona norte de Comodoro Rivadavia.....	70
Figura 17: Las mayores densidades en la zona sur de Comodoro Rivadavia.....	71
Figura 18: Las particularidades geomorfológicas, pendientes, cañadones y escurrimientos superficiales del ejido de Comodoro Rivadavia (Chubut).....	73
Figura 19: Promedio mensual de precipitaciones en el período 1963-2017.....	74
Figura 20: Mapa de valores de reclasificación de geología.....	88
Figura 21: Mapa de valores de reclasificación de geomorfología.....	89
Figura 22: Mapa de valores de reclasificación de pendientes en grados.....	90
Figura 23: Mapa de valores de reclasificación de suelos.....	91
Figura 24: Mapa de valores de reclasificación de escurrimiento con áreas determinadas en metros.....	92
Figura 25: Mapa de valores de reclasificación de vegetación.....	93
Figura 26: Mapa de viento.....	94
Figura 27: Mapa de áreas afectadas por erosión y tormentas costeras.....	95
Figura 28: Mapa de amenaza por localización de depósitos de combustible.....	96
Figura 29: Mapa de amenazas o peligrosidad por causas naturales y antrópicas.....	97
Figura 30: Mapa de hogares con NBI.....	101
Figura 31: Mapa de condición de asistencia escolar.....	102
Figura 32: Mapa de condición escolar: no sabe leer ni escribir.....	103
Figura 33: Mapa de más de dos hogares por vivienda.....	104
Figura 34: Mapa de viviendas con insuficiente calidad en la construcción.....	105

Figura 35: Mapa de viviendas con insuficiente calidad de conexiones de servicios.	106
Figura 36: Mapa de viviendas con insuficiente calidad de material.....	107
Figura 37: Mapa de procedencia de agua para beber: agua de pozo.....	108
Figura 38: Mapa de estimación de vulnerabilidad.....	111
Figura 39: Mapa de estimación de riesgo natural y antrópico.....	113
Figura 40: Reconstrucción en el ambiente urbano.....	116
Figura 41: Modelo cliente/servidor.....	121
Figura 42: Esquema básico de un geoportal.....	122
Figura 43: Esquema general de PostgreSQL.....	124
Figura 44: Pantalla Principal del software pgAdmin III.....	126
Figura 45: Creación de la base de datos PostGIS riesgo_cr.....	127
Figura 46: Creación de la conexión riesgo_cr a la base de datos PostGIS riesgo.....	129
Figura 47: Conexión a la base de datos riesgo_cr.....	130
Figura 48: Importación de capa a la base de datos riesgo_cr empleando QGIS.....	130
Figura 49: Incorporación de capas a la base de datos riesgo_cr.....	131
Figura 50: Actualización de la base de datos riesgo_cr.....	132
Figura 51: Incorporación de capas desde la base de datos riesgo_cr.....	132
Figura 52: Ejemplo de capa añadida al proyecto riesgo_cr desde capa PostGIS.....	133
Figura 53: Proceso de archivos en formato SHP a SQL.....	138
Figura 54: Visualizador de información geográfica.....	141
Figura 55: Mapa de viviendas afectadas durante el temporal de 2017.....	149
Figura 56: Mapa de vía pública afectada durante el temporal de abril del 2017.....	150
Figura 57: Mapa de sectores críticos que modificaron la accesibilidad.....	151
Figura 58: Mapa de sectores de acumulación de lodo contaminado.....	152

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1: Funciones del SIG.....	49
Cuadro 2: Períodos y sustentabilidad urbana de Comodoro Rivadavia.....	66
Cuadro 3: Descripción y valoración de las zonas de estimación de amenaza o peligrosidad.....	87
Cuadro 4: Matriz de análisis del nivel de vulnerabilidad por tipo.....	109

## **Introducción**

La expansión no planificada que muchas ciudades han experimentado para hacer frente al crecimiento repentino de la población en combinación con una planificación territorial inadecuada y con el fracaso de las autoridades urbanas en lo que se refiere a regulación de las normas de construcción, son algunos de los factores que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones urbanas. Además, condiciones de vida deficientes en términos de salud, nutrición, pobreza, analfabetismo o saneamiento, suponen una amenaza permanente a la seguridad física y psicológica de estos grupos de población y generan "riesgos cotidianos" que provocan continuos desastres a pequeña escala.

Los riesgos de desastres extremos por amenazas naturales se ven agravados por estos riesgos cotidianos, dando lugar a un proceso de "acumulación de riesgos" característico de las zonas urbanas, donde las actividades humanas intensifican el riesgo. Por lo tanto, la urbanización aumenta con frecuencia la exposición de personas y bienes frente a las amenazas y crea nuevos patrones de riesgo, por lo que la gestión de los desastres en las zonas urbanas resulta especialmente complejo.

No obstante, las zonas urbanas también pueden ofrecer oportunidades para reducir los riesgos ya que suelen ser los motores económicos de los países y los centros de la actividad intelectual, política, comercial y financiera. De hecho, el potencial de una ciudad bien gestionada para influir en la mejora de la gestión de riesgos es enorme. Estos avances se pueden lograr a través de economías de escala y de infraestructura y servicios de reducción de riesgos, como saneamiento, drenaje, recolección de residuos, servicios sanitarios y de emergencia, o mediante el uso del alto nivel de experiencia y conocimientos técnicos que a menudo detentan las ciudades.

Por lo general, los niveles de educación son más altos en las zonas urbanas, que cuentan con comunidades más informadas y con poderosos grupos de interés político y económico que controlan los recursos económicos, y todo ellos son amplificadores potenciales de los esfuerzos que se están haciendo en Gestión de Riesgo de Desastres (GRD).

Es imposible evitar totalmente la ocurrencia de cierto tipo de eventos y, en ocasiones los costos de las medidas preventivas no pueden ser justificados dentro del contexto social y económico de la comunidad amenazada. Sin embargo, debe buscarse

la posibilidad de reducir las consecuencias de dichos eventos sobre los elementos expuestos a su acción. Todas las herramientas disponibles deben ser utilizadas para prevenir la ocurrencia de un desastre, mitigar las pérdidas, prepararse ante probables consecuencias y alertar la inminencia de un evento.

El avance del área urbanizada altera el entorno natural, modifica procesos naturales geomorfológicos e hidrometeorológicos y a su vez es impactado y moldeado por la dinámica natural. Eventos frecuentes de baja intensidad (ej. deslizamientos) o intensos de baja frecuencia (ej. tormentas costeras) colocan a prueba las condiciones de este entorno construido en términos de los requerimientos de resistencia y funcionalidad.

El problema del riesgo de desastre en entornos urbanos, una de las temáticas prioritarias en la agenda global, es tan amplio y complejo que existen numerosas perspectivas para intentar explicitar los retos que supone dicha complejidad.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son una herramienta poderosa de gran alcance dentro de la informática que proporciona un marco alrededor del cual podemos analizar el espacio geográfico. Los SIG han introducido nuevos conceptos relacionados al análisis y modelaje de datos complejos, mapas interactivos y la suma de gran variedad de datos con información geoespacial. Además permiten integrar formatos de visualización y de procesamiento de datos georreferenciados. Los SIG son una herramienta de gestión y planificación que facilita la toma de decisiones en procesos complejos de desarrollo. (Llanes Guerra, 2010).

Para atenuar las consecuencias devastadoras, algunas organizaciones científicas y agencias estatales han incorporado las tecnologías de información existentes como los SIG y la percepción remota en la mitigación de los desastres naturales y antrópicos. Muchos investigadores (Maskrey, 1998) han evaluado estudios de desastres y han sugerido que la tecnología de SIG puede desempeñar un papel importante e integral, en disminuir los impactos en la sociedad.

Los datos espacialmente referenciados confiables y actualizados, son importantes en el diagnóstico y la evaluación de riesgos, pero las tareas se tornan limitadas, en última instancia, por la disponibilidad y la calidad de los datos.

Es importante desatacar que el análisis espacial de los SIG con sus variados métodos y técnicas, tienen la habilidad de integrar los datos ambientales y socioeconómicos en el análisis de riesgo.

Finalmente, el propósito del proceso de evaluación de riesgo es apoyar la toma de decisiones racionales, y tomar medidas prácticas relevantes en la gerencia de las amenazas. El responsable de toma de decisiones debe ser capaz de proporcionar los procedimientos definidos y sistemáticos para medir la aceptabilidad de los riesgos (Maskrey, 1998).

Una de las ventajas dominantes de usar los SIG en la toma de decisiones es el uso eficiente de hacer múltiples análisis variando parámetros y generando panoramas alternos en un contexto geoespacial. La generación y la consideración de soluciones alternativas permite la investigación de resultados con variedad de impactos entre los factores multivariados y/o que están en conflicto, resultando en la identificación de características potencialmente indeseables de las soluciones a los panoramas variados de la decisión (Buzai, 2010).

Consecuentemente, las geobases de datos (geodatabase) se han establecido como una herramienta esencial para cualquier investigación cuyo objetivo es determinar el riesgo. Las bases de datos temáticos, los inventarios digitales y los archivos cartográficos se han convertido en una parte importante de estrategias integradas para evaluar el riesgo de amenazas naturales o aquellos generados por el hombre.

Los sistemas de aviso han sido diseñados para alertar a la población y tienen como objetivo proteger la misma, sus estructuras y la infraestructura, de acontecimientos naturales que provocan daños confiando en las geobases de datos para proporcionar pronósticos exactos, confiables y oportunos. El personal civil de manejo de emergencias de las agencias municipales, regionales y nacionales; y los encargados de riesgo que trabajan para las compañías de seguros, utilizan geobases de datos para estimar la frecuencia y las características perjudiciales de eventos naturales adversos.

En la ciudad de Comodoro Rivadavia son escasos los estudios orientados a la investigación del riesgo y su aplicación a la gestión. Los existentes no abundan en análisis integrales que incluyan la componente vulnerabilidad; la mayoría se focalizan en el estudio de la amenaza. No existe en la localidad una aplicación SIG relacionada con la temática.

En la tesis se presenta una base de datos en plataforma SIG que permite construir un modelo ambiental de riesgo en la localidad de Comodoro Rivadavia para ser aplicado en la gestión dentro del municipio.

Frente a esta realidad, se analizó, diagnosticó y evaluó el riesgo empleando herramientas geoinformáticas. Se generó una geodatabase para evaluar de manera integral el riesgo.

El trabajo impulsó el proyecto de investigación N° 999, denominado "Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica orientado a la gestión del riesgo urbano de la ciudad de Comodoro Rivadavia" radicado en Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco sede Comodoro Rivadavia, Chubut; y con un resultado de evaluación aceptable, excelente.

Es producto de años de estudio sobre eventos adversos producidos entre el 2008 al 2017.

La catástrofe ocurrida entre el 29 de marzo y el 7 de abril de 2017 permitió poner en prueba el funcionamiento de la herramienta desarrollada, anexando otras herramientas relacionadas con desarrollos tecnológicos producidos por el Grupo de Investigación Geografía, Acción y Territorio (GIGAT) perteneciente al Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia (IGEOPAT).

### **Planteo del problema**

Una de las temáticas prioritarias en la agenda global, es el riesgo de desastres urbano; tan amplio y complejo que existen numerosas perspectivas para intentar explicitar los retos que supone dicha complejidad.

Sin lugar a dudas el problema de riesgo urbano aumenta y se manifiesta tanto en el contexto histórico como en el actual; acrecienta su gravedad con el paso del tiempo y de la evolución de la concentración urbana, producto de procesos económicos y de cambio social irreversible, distinto a las experimentadas históricamente.

Sin embargo, ha faltado atención suficiente al problema, tanto por parte de los investigadores, practicantes del desarrollo y planificadores urbanos, como por parte de quienes se dedican a los riesgos y desastres. (Lavell, 1996). Sólo durante la pasada década, se ha experimentado un aumento importante en la investigación y discusión en torno al problema, pero aún queda muy lejos de lo deseado y necesario.

Una serie de explicaciones para esta situación y una reseña comprensiva de la literatura sobre el tema, puede encontrarse en la compilación de estudios de James Mitchell, *Crucibles of Hazards: Mega- Cities and Disasters in Transition* (Mitchell, 1999).

El problema de riesgo urbano en Comodoro Rivadavia está vinculado a tres componentes relacionadas. En primer lugar, la componente de los factores causales, que tienden a aumentar, y explican el riesgo en la ciudad y su naturaleza cambiante; segundo, la componente de la respuesta social a los desastres una vez ocurridos, y los condicionantes impuestos por las diversas características de la ciudad como por ejemplo los entornos de acción; y, tercero, la componente de la reconstrucción en el ambiente urbano. La discusión de estas tres vertientes debe permitir la identificación de opciones reales para la gestión de la reducción del riesgo urbano hacia el futuro y para el mejoramiento de los sistemas de respuesta (Lavell, 2010).

A lo largo de su historia las circunstancias económicas, sociales y políticas de la ciudad se han transformado y continúan haciéndolo. Estos cambios se han reflejado inicialmente de manera veloz en el plano económico, pero han actuado también en la configuración de la morfología de Comodoro Rivadavia, construida como resultado del modo de producción dominante: la actividad petrolera.

La ciudad se expandió bajo esta actividad y sus beneficios económicos. Desde su formación hasta la actualidad, atravesó un proceso de urbanización desordenado y no planificado. Como resultado, el riesgo se transformó en situaciones de desastre, tanto en la población como en el desarrollo normal de las actividades de la ciudad.

En la ciudad, los estudios orientados a la investigación del riesgo y su aplicación a la gestión, son escasos. Los existentes no abundan en análisis integrales que incluyan la componente vulnerabilidad; la mayoría se focalizan en el estudio de la amenaza y del riesgo desde el enfoque de las ciencias naturales y no desde el enfoque holístico.

En relación a los sistemas informáticos y desarrollo de tecnología geoespacial, no existe en la localidad una aplicación de datos georeferenciados a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG) relacionada con la temática.

El objetivo de la presente investigación es desarrollar una aplicación de consulta de datos georeferenciados bajo plataforma SIG para la gestión de riesgo de desastres urbano en Comodoro Rivadavia.

Dicho desarrollo se propone a partir de la inquietud de los actores que intervienen durante y después de las catástrofes. Los datos contenidos en geobases, diseñados bajo normas de calidad, serán incorporados en un servidor de mapas para su consulta.

## **Antecedentes**

Los centros urbanos han adquirido una alta centralización y concentración de funciones y población, de este modo, presentan dos características: en las ciudades se incrementa el riesgo, convirtiéndose en un símbolo para la generación de impactos y un lugar privilegiado para la manifestación de desastres, sobre todo los sociales; y por otro, son el principal escenario para el progreso de oportunidades. Esta oportunidad radica en el desarrollo sostenible de los asentamientos humanos (UN-Habitat, 2006). La clave en la mitigación de los efectos de un peligro se materializa en la conformación de asentamientos sustentables y en la construcción de una cultura de prevención.

La ciudad es un sistema complejo, dinámico, que modifica y ajusta permanentemente sus estructuras y funciones a las demandas y relaciones entre los individuos y entre estos y su entorno físico natural o construido. Esa complejidad se expresa por la simultaneidad de riesgos que tienen relaciones recíprocas y complejas de causalidad y que son modificados permanentemente por la dinámica de los procesos territoriales, sociales y económicos. (PNUD, 2010)

El avance del área urbanizada altera el entorno natural, modifica procesos geomorfológicos e hidrometeorológicos y a su vez es impactado y moldeado por la dinámica natural. Eventos frecuentes de baja intensidad (ej. deslizamientos) o intensos de baja frecuencia (ej. terremotos, vulcanismo) colocan a prueba las condiciones de este entorno construido en términos de los requerimientos de resistencia y funcionalidad.

La relación cualitativa de “Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad” se puede utilizar para elaborar una correlación entre estos tres aspectos. Este entendimiento envuelve una concordancia fundamental e importante entre el ambiente natural y los seres humanos y ofrece una perspectiva de evaluación de riesgo definida dependiendo del contexto. Sin embargo, se refiere básicamente al grado al cual la población, la infraestructura, y las actividades socioeconómicas son susceptibles al daño provocado por un evento natural y/o antrópico con variedad de aspectos físicos (Ej.: localización, magnitud, frecuencia, duración, proceso, etc.).

La amenaza y la vulnerabilidad de la comunidad se distribuyen en el espacio, y por ello, el riesgo es intrínsecamente un fenómeno geoespacial y su evaluación debe tratar no solamente su magnitud, sino también sus variaciones geoespaciales. La evaluación de riesgo es compleja y requiere una amplia gama del conocimiento de las ciencias físicas y socioeconómicas, y por lo tanto, es multidisciplinaria en su naturaleza (Cardona, 2001).



Existe una nueva postulación o posición que no niega ni elimina la necesidad de mejorar el estado de preparación y respuesta a los desastres, pero ahora el problema de desastre como tal se ubica en un contexto de mayor amplitud y significación girando en el marco de la existencia de un “continuo riesgo” donde éste está en constante cambio y transformación, con expresiones y momentos distintos, de los cuales el desastre es solamente uno: el momento de actualización del riesgo preexistente, su transformación de lo latente a lo material y actual.

Por otra parte, el cambio de paradigma ha sido acompañado por un reconocimiento fundamental de que el riesgo, y por lo tanto el desastre, es producto en gran parte de procesos de construcción social, derivados, en buena parte, de los modos existentes e históricos del desarrollo social y económico. Esto significa que la comprensión del riesgo y la gestión del riesgo de desastre como tal no se pueden alcanzar sin el establecimiento de una relación, integral y holística con los procesos y el planeamiento sectorial, territorial, social y ambiental del desarrollo.

Un aspecto esencial de esta visión de la gestión del riesgo es la importancia que debe ser asignado a la reducción y control de los llamados “impulsores o conductores del riesgo”: la degradación ambiental, los medios de vida vulnerables, el mal uso y ordenamiento del territorio, la falta de adecuada gobernabilidad y gobernanza urbana y local, entre otros. (Lavell, 2011).

Para atenuar las consecuencias devastadoras existen organizaciones científicas y agencias estatales que han incorporado las tecnologías de información como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la percepción remota en la mitigación de los desastres naturales y antrópicos. Los investigadores (Maskrey, 1998) han evaluado estudios de desastres y han sugerido que la tecnología SIG puede desempeñar un papel importante e integral, en disminuir los impactos en la sociedad.

Una gran cantidad de aplicaciones SIG se han desarrollado, particularmente durante la última década para el análisis de riesgo y la gerencia de los desastres naturales. Las geotecnologías, junto a una adecuada planificación pueden beneficiar en la mitigación de desastres naturales porque las metodologías espaciales son exploradas completamente en el proceso de evaluación de riesgo, desde la integración de los datos hasta las tareas de evaluación y la toma de decisiones.

Los datos espacialmente referenciados, confiables y actualizados, son importantes en el diagnóstico y la evaluación de riesgo, pero las tareas se tornan limitadas, en última instancia por la disponibilidad y la calidad de los mismos.

Por otro lado, el análisis espacial que permiten los SIG, con sus variados métodos y técnicas, tienen la ventaja de integrar datos ambientales y socioeconómicos para el análisis de la vulnerabilidad.

Finalmente, el propósito del proceso de evaluación de riesgo es apoyar la toma de decisiones racionales, y tomar medidas prácticas relevantes en la gerencia de las amenazas. El responsable de toma de decisiones debe ser capaz de proporcionar los procedimientos definidos y sistemáticos para medir la aceptabilidad de los riesgos (Maskrey, 1998).

Una de las ventajas dominantes de aplicar SIG en la toma de decisiones es el uso eficiente de múltiples análisis variando parámetros y creando panoramas alternos en un contexto geoespacial.

La generación y la consideración de soluciones alternativas permite la investigación de resultados con variedad de impactos entre los factores multivariados y/o que están en conflicto, resultando en la identificación de características potencialmente indeseables de las soluciones a los panoramas variados de la decisión (Buzai, 2010).

Consecuentemente, las bases de datos geoespaciales (geodatabase) se han establecido como una herramienta esencial para cualquier investigación cuyo objetivo es determinar el riesgo.

Las bases de datos temáticos, los inventarios digitales y los archivos cartográficos se han convertido en una parte importante de estrategias integradas para evaluar el riesgo de amenazas naturales o aquellos generados por el hombre. Los sistemas de aviso han sido diseñados para alertar a la población y tienen como objetivo proteger la misma, sus estructuras y la infraestructura, de acontecimientos naturales que provocan daños confiando en las bases de datos para proporcionar pronósticos exactos, confiables y oportunos.

El personal civil de manejo de emergencias de las agencias municipales, regionales y nacionales; y los encargados de evaluar el riesgo que trabajan para las compañías de seguros, utilizan bases de datos para estimar la frecuencia y las características perjudiciales de eventos naturales adversos.

A principios del año 1999, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Cultura y la Ciencia (UNESCO, por sus siglas en inglés), estableció un convenio de soporte financiero con una duración de cuatro años. El principal objetivo del proyecto era fortalecer la capacidad en los países centroamericanos, en los campos del uso de la información técnica y científicas y el desarrollo de metodologías

participativas, para la producción de información relacionada con la zonificación de riesgo, la cual debería servir en la toma de decisiones para la reducción de los desastres, tanto naturales como ocasionados por el hombre.

El Programa de Acción Regional para Centro América (RAPCA, por sus siglas en inglés) está incluido en el Programa “Capacity Building for Natural Disaster Reduction (CBNDR)”, ambos financiados por el Gobierno de Holanda y administrados por la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura y las Artes (UNESCO, 2003).

En el año 2000, un grupo de técnicos de algunos países centroamericanos y de República Dominicana participaron en un entrenamiento con duración de tres meses en Holanda y Costa Rica, en la zonificación de riesgo haciendo uso de los SIG. Uno de los compromisos adquiridos fue el que, al retornar a su país, cada miembro o equipo del país participante implementaría un proyecto piloto en un área que, por las características naturales fuera adecuado para el desarrollo y validación de los conocimientos adquiridos y que a la vez, los resultados obtenidos sirvieran de herramienta en los planes de desarrollo futuro a nivel local tomando como meta la gestión de riesgo. Los resultados de los proyectos desarrollados a nivel local serían posteriormente utilizados en la preparación de casos de estudio con el propósito de favorecer la replicabilidad de la experiencia.

El Instituto Internacional de Ciencias de la Geoinformación y Observación de la Tierra (ITC), es la mayor institución de educación superior internacional en los Países Bajos que ofrece la educación internacional, investigación y servicios del proyecto en el campo de la ciencia geoinformación y observación de la Tierra mediante teledetección y SIG, y aplica fundamentalmente a la investigación sobre riesgo de desastres.

En Centro América, la coordinación del Programa ha corrido a cargo del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), mientras que la ejecución de cada Proyecto Nacional ha sido encomendada a las Instituciones encargadas de la Reducción y Manejo de los Desastres Naturales en cada país bajo la asesoría técnica del Instituto Internacional de Ciencias de Geoinformación y Observación Terrestre (ITC), Holanda.

Fundada en 1986, el Centro Asiático de Preparación para Desastres (ADPC) en Bangkok, Tailandia, es el centro principal de los recursos regionales para la reducción de desastres en Asia y el Pacífico. ADPC trabaja con los gobiernos, las ONGs y las comunidades de la región de Asia y el Pacífico para fortalecer sus capacidades en la preparación en desastres, mitigación y respuesta a través de la formación profesional,

asistencia técnica, gestión de programas regionales y de la información y la investigación. Se la ha reconocido como una Organización Intergubernamental, a partir del 28 de febrero de 2005 con el mandato de ampliar las actividades de gestión y mitigación de desastres a nivel mundial.

El Centro de Geomática, Instituto Asiático de Tecnología (AIT-GIC) en Tailandia es un centro de formación para el desarrollo de la capacitación en Percepción Remota, SIG y tecnologías GPS en la región de Asia-Pacífico. Se estableció en el Instituto Asiático de Tecnología (AIT) en 1995. El Centro ha emprendido una serie de proyectos relacionados con los desastres y el medio ambiente en el sur y el sudeste de Asia, participando más de 25 países de la región de Asia y el Pacífico, con más de 1.000 personas capacitadas en la temática.

En Japón, la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), JICA asiste y apoya a los países en vías de desarrollo como la agencia ejecutora de la AOD japonesa. De acuerdo con su visión de “Desarrollo Inclusivo y Dinámico”, JICA apoya la resolución de los problemas de los países en vías de desarrollo utilizando las herramientas más adecuadas de los diferentes métodos de asistencia y un enfoque combinado concebido en función de la región, el país y la problemática a los que se destinan. Desde su incorporación al Plan Colombo en 1954, Japón ha estado proporcionando asistencia financiera y técnica a los países en vías de desarrollo por medio de la AOD, con el objetivo de contribuir a la paz y al desarrollo de la comunidad internacional, y de esta manera, coadyuvar a la propia seguridad y prosperidad del Japón.

Existen muchos desafíos en el mundo que no deben ser abordados individualmente por los diferentes países, sino por la comunidad internacional en su conjunto. Al afrontar estos desafíos, junto con su visión de “Desarrollo Inclusivo y Dinámico”, JICA ha definido cuatro Misiones. Entre ellas interesa destacar el abordaje de la agenda global incluyendo el cambio climático, el agua, el alimento, la energía, las enfermedades infecciosas y las finanzas y proteger a las personas de las amenazas. Para ello cuenta con desarrollo SIG vinculado al riesgo geológico.

En Argentina los estudios sobre riesgo de desastres y aplicaciones SIG, han comenzado a escala nacional y regional. En este sentido los organismos nacionales que a continuación se detallan trabajan en la temática de riesgo apoyado en plataforma SIG, considerando que la sensibilidad de la sociedad sobre el medio ambiente y la evolución de su estado a través del tiempo se han incrementado en los últimos años.

- Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA)
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
- Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)
- Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES)
- Plan Nacional del Manejo del Fuego (PNMF)
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Instituto Nacional del Agua (INA)
- Ministerio de Defensa (SIG Emergencia Secretaría de Coordinación de Emergencias)
- Ejército Argentino (SIGEA)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS)

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS), a través de la publicación del documento: “Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible República Argentina - Año 2006”, ha dejado expresamente asentada su posición con el tema, auspiciando la importancia del monitoreo sistemático de las variables que tienen que ver con el desarrollo sustentable y su cartografía, entre ellas las que involucran al medio ambiente.

La Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) es una comunidad de información geográfica que tienen como objetivo propiciar la publicación de datos, productos y servicios, de manera eficiente y oportuna como un aporte fundamental a la democratización del acceso de la información producida por el Estado y diversos actores, y el apoyo en la toma de decisiones en las diferentes actividades. Esta estructura que depende del Instituto Geográfico Nacional (IGN) dentro del Ministerio de Defensa, se inicia en el año 2007. Es utilizada, entre otras temáticas de interés, para la gestión y reducción del riesgo de desastres<sup>1</sup>.

En el año 2010, la Oficina del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Argentina, en el marco del proyecto PNUD/ARG/05/020 “Programa Nacional de Prevención y Reducción de Riesgos y Desastres y Desarrollo Territorial”, que se ejecutó con la Subsecretaría de Planificación Territorial del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, elaboró un documento denominado "El riesgo de desastres en la planificación del territorio:

---

<sup>1</sup> <http://www.idera.gob.ar>

primer avance"<sup>2</sup>, que constituye un ejemplo del esfuerzo por incorporar en las políticas de desarrollo y ordenamiento territorial de los niveles nacional y provincial, la problemática del riesgo ambiental y antrópico, de manera de reducir drásticamente las ocurrencias de catástrofes y/o disminuir sus efectos perjudiciales.

En el año 2017 se publica el "Manual para la elaboración de mapas de riesgo"<sup>3</sup>. A fines del 2016 se sanciona la ley N° 27.287, sobre la creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, ley encuadrada en el Marco de Sendai. Esta ley, hace hincapié en las actividades de mitigación y reducción del riesgo señalando el camino de un rol proactivo complementado por acciones de socorro asistencialista una vez que un evento adverso golpea a la comunidad. Dicha ley resalta el planeamiento como uno de los aspectos fundamentales para obtener eficacia en las acciones a emprender.

La metodología de planeamiento abordada en el "Manual para la elaboración de mapas de riesgo" busca identificar el problema, considerar los caminos para lograr una solución, y, seleccionar uno de ellos mediante el análisis de ventajas y desventajas. Finalmente llevar esta selección a la acción, de acuerdo a los recursos disponibles y los necesarios.

La publicación fomenta la recopilación, el análisis y la gestión de los datos concernientes al conocimiento de las amenazas, la vulnerabilidad, la capacidad y el grado de exposición, entre otros de los elementos de la ecuación del riesgo. Es aplicada por la Secretaria de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes.

A escala provincial, existen desarrollos de aplicaciones SIG y con la correspondiente infraestructura de base de datos (IDE). Ejemplo de ello son: Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Santa Fe (IDESF)<sup>4</sup>, Equipo de Trabajo Interinstitucional en Sistemas de Información Geográfica de Córdoba (ETISIG Córdoba)<sup>5</sup>, Equipo de Trabajo Interinstitucional en Sistemas de Información Geográfica del Chaco (ETISIG - Chaco)<sup>6</sup>, Equipo de Trabajo Interinstitucional en Sistemas de Información Geográfica de Catamarca (ETISIG Catamarca)<sup>7</sup>

En la provincia de Santa Fe, luego de las inundaciones del año 2003, que se manifestaron como catastróficas en la ciudad capital de dicha provincia, se conformó un

---

<sup>2</sup> <http://www.ar.undp.org/content/dam/argentina/Publications/Energia%20y%20Desarrollo%20Sostenible/RiesgoTerritorial.pdf>

<sup>3</sup> <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>

<sup>4</sup> <https://www.santafe.gov.ar/idesf/portal>

<sup>5</sup> <http://etisig.cba.gov.ar/>

<sup>6</sup> [http://idechaco.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=category&id=20&Itemid=107](http://idechaco.gov.ar/index.php?option=com_content&view=category&id=20&Itemid=107)

<sup>7</sup> <http://www.etisig.catamarca.gov.ar/>

equipo que trabaja de manera coordinada con las áreas del gobierno. La Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF), es el conjunto de políticas, estándares, procedimientos y recursos tecnológicos que facilitan la producción, obtención, uso y acceso de información geográficamente referenciada de cobertura provincial. La IDESF reúne los datos geográficos provinciales para su uso en los procesos de toma de decisiones. El objetivo final es desarrollar servicios de información geográfica facilitando a los usuarios su acceso y uso. Para lograrlo, se requieren esfuerzos interinstitucionales concertados.

La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) no es ajena a la cuestión y desde hace algunos años ha hecho hincapié en el tema a través de su Centro de Gestión Ambiental y Ecología (CEGAE), con la puesta en vigencia del Sistema de Información y Gestión Ambiental (SIGEA), exclusivo portal en Internet donde los usuarios pueden consultar diversos tipo de documentación sobre el medio ambiente, leyes y normativas, cuadros, tablas e inclusive un servidor de mapas en plataforma SIG (Sistema de Información Geográfica) totalmente gratuito, para el ámbito geográfico de las Provincias de Chaco y Corrientes.

Otra muestra del empuje que ha generado el estudio de medidas no estructurales como la zonificación y mapeo de áreas de riesgo se demuestra en el trabajo emprendido por el Ministerio de la Producción de la Provincia del Chaco en forma conjunta con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Administración Provincial del Agua (APA) y la Facultad de Agroindustrias de la UNNE, quienes desde el año 2004 han realizado la cartografía de las áreas de riesgo hídrico agroclimático para una gran parte del territorio del Chaco, esfuerzo que ha sido destacado inclusive por la Cámara de Senadores de la República Argentina.

En Comodoro Rivadavia, son escasos los antecedentes. El único dato de aplicaciones SIG para la gestión data del año 2007, donde se conformó un equipo de trabajo dedicado a analizar la estructura y dinámica territorial del ejido urbano de Comodoro Rivadavia, con vistas a la descripción, caracterización y delimitación de Unidades de Gestión Comunitaria (UGC).

El trabajo se realizó a partir de las contribuciones teórico - metodológicas de cada uno de los integrantes del equipo técnico de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad de la Patagonia “San Juan Bosco” sede Comodoro Rivadavia, sumado a la recopilación y análisis de información secundaria, la incorporación de datos primarios especialmente relevados para este trabajo y los aportes

de los distintos cuerpos técnicos de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia (MCR). No existe aún un desarrollo para gestión de riesgo urbano con aplicaciones SIG.

### **Hipótesis de trabajo**

- 1- La evaluación de escenarios de riesgo urbano, actuales y a futuro, está en relación directa con las características sociales, económicas, culturales e institucionales de la ciudad, lo que permite generar modelos para enfrentar las emergencias y posterior reconstrucción y desarrollo.
- 2- El uso de la tecnología SIG en la gestión de riesgo urbano admite analizar la ocurrencia de un desastre desde la evaluación, interrelación y síntesis de los datos y con ello anticiparse y contribuir al manejo de los mismos.

### **Objetivo general**

El objetivo de la presente investigación es desarrollar una aplicación de consulta de datos geográficos bajo plataforma SIG para la gestión de riesgo de desastres urbano en Comodoro Rivadavia.

### **Objetivos específicos**

- Establecer los indicadores de análisis para determinar las zonas de amenaza y de vulnerabilidad.
- Generar una geodatabase para modelar el riesgo.
- Zonificar el riesgo global por ponderación, reclasificación con variables multicriterio.
- Definir el mantenimiento y la actualización de la información geoespacial sobre eventos adversos.
- Diseñar el Web mapping para consulta de datos.
- Configurar servidores de mapas Web (Map Server / Geo Server)



## Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica

### Orígenes sobre el estudio de riesgo de desastres

Maskrey (1993) afirma: "En 1845 cuando Federico Engels, a la edad de 24 años, escribió su libro sobre la vulnerabilidad de la clase obrera en Inglaterra (Engels, 1845), estaba redactando, un primer texto sobre la vulnerabilidad a desastres." (p.112).

García (1993) dice al respecto: "El estudio social de los desastres naturales se inició en los años veinte de nuestro siglo. El primer estudio empírico lo llevó a cabo el canadiense Samuel Henry Prince en 1920, a partir de la descripción de la explosión de un barco de municiones en Halifax, Nueva Escocia, y sus efectos. Todavía se le reconoce como el primer investigador en el campo de los desastres. Sugirió que los eventos catastróficos inducen a un rápido cambio social" (p.158).

Para Maskrey (1993) "...los orígenes del análisis social de los desastres como campo de investigación se reconocen en estudios como los trabajos pioneros que realizó el geógrafo Gilbert White en los Estados Unidos a partir de la década de 1940".

García (1993) sostiene que: "Cuatro años después de la publicación del estudio pionero de Prince, apareció el que es considerado el primer estudio teórico sobre desastres: el de Pitrim Sorokin en 1942 acerca de las "calamidades". A pesar de que contiene un sugestivo tratamiento, no ha tenido gran impacto. Se le reconoce haber sugerido que los desastres deben considerarse como elementos importantes en las generalizaciones de tipo inductivo que llevan a cabo los científicos sociales y no como eventos sociales únicos".

La misma autora argumenta que "...en los años sesenta surgieron los estudios enfocados al análisis de las estructuras y las organizaciones sociales de la conducta colectiva, los cuales dominaron el panorama hasta mediados de los años setenta. Igualmente en ese período surgieron intentos por ligar conceptualmente la teoría del comportamiento colectivo con la investigación sobre desastres y el análisis organizacional. Estos estudios estaban basados fundamentalmente en la teoría estructural funcionalista de la sociología anglosajona."

Con respecto a los años 80, se inició un movimiento de pensamiento que planteó serios cuestionamientos al enfoque “emergencista”<sup>8</sup> y se empezó a diferenciar la prevención de la preparación para emergencias (Chuquisengo, 2005).

En los años 90, a nivel mundial, se suscitaron una serie de eventos como las crisis humanitarias a partir de los conflictos en África, Asia y Europa. Estas situaciones reafirmaron la necesidad de replantear aún más los enfoques tradicionales de intervención en el tema de desastres.

Ya para finales de los 90 e inicios del 2000, se empezó a mencionar temas como desarrollo de capacidades y participación local, reconociendo la necesidad de incorporar la gestión del riesgo como una intencionalidad que debe estar presente en todos los procesos de toma de decisión. Paralelo a este reconocimiento, se desarrollaron proyectos importantes en la región que buscaron definir un abordaje metodológico de la gestión del riesgo en el ámbito local y se trató este tema como una disciplina en sí misma de la cual se ha desprendido mucho conocimiento estratégico y operativo, a cerca de la necesidad de instrumentalizar la gestión del riesgo (Alpizar, 2009).

### **Enfoques científicos para el estudio de los desastres**

El estudio de los desastres ha estado influenciado principalmente por cuatro enfoques científicos planteados desde la perspectiva de Maskrey (1993):

1. **El enfoque de las Ciencias Naturales:** "El primer período de investigación sobre el riesgo fue dominado por los aportes de las ciencias naturales. Se consideraba a los desastres como sinónimos de eventos físicos extremos, denominados desastres naturales: terremoto, erupción volcánica, huracán u otro evento extremo eran de por sí un desastre. Este enfoque elude cuestiones de responsabilidad social o política para los riesgos, mediante la categorización de los desastres como "actos de Dios" o, si no, como productos inevitables de fuerzas naturales extremas."<sup>9</sup>

<sup>8</sup> En el texto de Chuquisengo, O. y Gamarra, L. (2005). Propuesta Metodológica para la gestión local de riesgos de desastres. Una experiencia práctica. Lima. ITDG. Los autores se refieren al enfoque emergencista de la siguiente manera: "La intervención en el tema de los desastres tradicionalmente ha estado marcada por un enfoque emergencista y fiscalista que, considerando los desastres como eventos puntuales, aislados, inevitables e inesperados generados por la acción extrema de la fuerza de la naturaleza y que afectan el proceso normal de desarrollo, centra su atención en la respuesta ante su ocurrencia". Pps. 01 y 02.

<sup>9</sup> En el trabajo de Maskrey, A. y Romero. (1993). Como entender los desastres naturales, en: Los Desastres No Son Naturales. Andrew Maskrey (Compilador). Colombia: La RED & ITDG. Primera Edición. Pps. 01 y 02, se complementa el planteamiento, afirmando: "Pero otro tipo de concepción también errónea y perniciosa está cobrando vigor y consiste en atribuir los desastres que nos ocurren al comportamiento y la acción maléfica de la naturaleza, con lo cual se ha reemplazado a los poderes sobrenaturales (o dioses) por las fuerzas naturales y lo que antes era considerado castigo divino ahora se lo llama castigo de la naturaleza. Esta malinterpretación es propalada, muchas veces inconscientemente, por los medios de comunicación y va calando la conciencia, generando también

2. **El enfoque de las Ciencias Aplicadas:** "En los años 70 y 80, la investigación estudió el impacto diferenciado de los eventos asociados con amenazas de distinto tipo: en el espacio, en sistemas constructivos, en las morfologías urbanas, en redes de infraestructura y sistemas vitales, etc.; introduciendo un concepto clave, el de la vulnerabilidad. El riesgo empezó a ser definido como función tanto de la amenaza como de la vulnerabilidad".
3. **El enfoque de las Ciencias Sociales:** En los años '70, los científicos sociales empezaron a cuestionar muchos de los supuestos implícitos en el enfoque de las ciencias aplicadas acerca de la vulnerabilidad. El enfoque social redefinió a los desastres como problemas no resueltos del desarrollo o como períodos de crisis en el marco de procesos sociales preexistentes en una sociedad (Lavell, 1992). Los desastres empezaron a identificarse tanto con los patrones de vulnerabilidad como con los patrones de amenaza; mientras que los patrones de vulnerabilidad, a su vez, se asociaban con determinados procesos históricos de cambio social.
4. **El enfoque Holístico:** Los modelos conceptuales desarrollados bajo el enfoque social dan énfasis a las variables y los procesos que configuran los patrones de vulnerabilidad. Sin embargo, subrayan tanto las causas "sociales" de los riesgos, que a veces tienden a perder de vista a las amenazas y las interrelaciones entre amenazas y vulnerabilidad. La investigación reciente ha vuelto a prestar mayor atención a las amenazas en una visión más holística del riesgo. El modelo de escenario de riesgo es un intento de integrar dichos aportes en una visión que relaciona tanto las amenazas y las vulnerabilidades como las pérdidas y las estrategias de mitigación de las mismas.

## Marco conceptual

### Riesgo

El riesgo es una función compleja y dinámica, a través de la cual se trata de modelar en el presente una situación probable a ocurrir en el futuro.

Wiches Chaux (1998) afirma: "Los riesgos, surgen de la confluencia en una misma comunidad de dos ingredientes: un amenaza y unas condiciones de vulnerabilidad. La

---

fatalismo e inmovilismo, cuando no reacciones voluntaristas e ineficaces... También forma parte de esta deformación el superponer dos términos que son muy diferentes: "fenómeno natural" y "desastre natural", utilizándolos muchas veces como sinónimos. Debe quedar claro que no son iguales, ni siquiera el primero supone el segundo".

amenaza y la vulnerabilidad que de manera separada no representan riesgo alguno, pero que al juntarse se convierten en la posibilidad de que se presente un desastre"

El riesgo obedece a una construcción social, tal como lo sostiene Narváez (2009) "Básicamente, la noción de la construcción social del riesgo se fundamenta en la idea de que el ambiente presenta una serie de posibles eventos físicos que pueden ser generados por la dinámica de la naturaleza, pero su transformación en amenazas reales para la población está intermediada por la acción humana. Es decir, una amenaza no es el evento físico en sí, sino el peligro asociado con ella, el nivel del cual es determinado, entre otras razones, por factores no naturales o físicos, tales como los grados de exposición o vulnerabilidad de la sociedad."

Maskrey (1998) explica: "Mientras que los modelos de riesgo de las ciencias naturales fueron básicamente modelos de amenaza, las ciencias aplicadas presentaron modelos conceptuales que incorporaron la vulnerabilidad.

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} * \mathbf{V}$$

Donde: **R** = Riesgo, **A** = Amenaza y **V** = Vulnerabilidad

Frente a problemas semánticos, en 1980 el Grupo de Trabajo del ex UNDR0 sobre el Análisis de Vulnerabilidades intentó desarrollar un modelo conceptual de riesgo más preciso, expresado como:

$$\mathbf{R} = \mathbf{Re} * \mathbf{El} \quad \text{donde} \quad \mathbf{RE} = \mathbf{A} * \mathbf{V}$$

Donde:

**A** = Amenaza Natural (significando la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, potencialmente peligroso, dentro de un período determinado en un área dada);

**V** = Vulnerabilidad (significando el grado de pérdida experimentado por un elemento o grupo de elementos, en riesgo, debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de una determinada magnitud, expresado en una escala de 0 (sin daños) a 1 (destrucción total));

**El** = Elementos en riesgo (significando la población, edificaciones, obras civiles, actividades económicas, servicios públicos, utilidades e infraestructura, etc., en riesgo, en un área determinada);

**Re** = Riesgo Específico (significando el grado de pérdida esperado de un fenómeno natural particular, como un producto de la amenaza y la vulnerabilidad);

**R** = Riesgo (significando el número de vidas perdidas, personas heridas, daños a propiedades y interrupción de actividades económicas, esperado a raíz de un fenómeno

natural determinado y, por ende, como producto del riesgo específico y elementos en riesgo).

Un modelo similar desarrollado por Cardona (2001) fue expresado como:

$$\mathbf{Riet = t (Hi , Ve)}$$

Donde:

**Hi** = la probabilidad de ocurrencia de una amenaza de intensidad "i"

**Ve** = la probabilidad de un elemento "e" de ser susceptible a pérdida, debido a una amenaza de intensidad "i"

**t** = un período determinado

**Riet** = la probabilidad de que un elemento "e" sufre una pérdida como consecuencia de una amenaza "i" en un periodo "t"

Por su parte Ferradas (2003) sostiene que: "El riesgo está definido como la posibilidad de que se produzcan daños a consecuencia de los desastres. El riesgo puede ser expresado así:

$$\mathbf{Riesgo = Amenaza \times Vulnerabilidad}$$

---

### Capacidades

Si bien casi todas las instituciones especializadas en el tema de los desastres incluyen dentro del concepto de vulnerabilidad a las capacidades locales, en la fórmula podemos destacar la importancia de las capacidades y su relación inversa con el riesgo.

El desarrollo de las capacidades locales constituye hoy en día en América Latina el aspecto clave que determina la eficacia de las estrategias frente a los desastres. En oposición a ello, persisten estrategias cada vez menos exitosas que buscan afrontar los riesgos y las emergencias soslayando la importancia de las capacidades.

El riesgo, según Lavell (2000) debe entenderse como la probabilidad que pueda suceder un evento dañino causante de pérdidas y perjuicios sociales, psíquicos, económicos o ambientales. Es una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciado en términos territoriales y sociales. Aún cuando los factores que explican su existencia pueden encontrar su origen en distintos procesos sociales y en distintos territorios, su expresión más nítida es en el nivel micro social y territorial, o local. Es en estos niveles que el riesgo se concreta, se mide, se enfrenta y se sufre, al transformarse de una condición latente en una condición de pérdida, crisis o desastre.

### **Peligro o amenaza**

Uno de los factores que componen el riesgo es el peligro o amenaza referido a la posible ocurrencia de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede verse manifestado en un sitio y tiempo determinado, produciendo efectos adversos en personas que habitan ese sitio, bienes y ambiente.

A pesar de los orígenes diversos de los fenómenos físicos que se clasifican como amenazas, es importante destacar que toda amenaza es construida socialmente. O sea, la transformación de un potencial evento físico en una amenaza es posible solo si un componente de la sociedad está sujeto a posibles daños o pérdidas. De lo contrario, un potencial evento físico, por grande que sea, no se constituye en una amenaza propiamente dicha, aunque con la introducción de distintas dinámicas sociales puede evolucionar para constituir una amenaza en el futuro.

En la Figura 1 se clasifican las amenazas en naturales, socio-naturales, antrópicas contaminantes y antrópicas tecnológicas (Lavell, 2000).<sup>10</sup>

Es muy importante el análisis de las amenazas, tanto para prevenirlas como para el desarrollo de una comunidad. Al respecto Cardona (2001) dice: *Evaluar la peligrosidad es “pronosticar” la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de eventos en el tiempo.*

Según Burton (1993) y Gares (1994) las medidas que caracterizan la peligrosidad de un evento natural son: magnitud, frecuencia, duración, extensión areal, velocidad de ataque, dispersión espacial y espaciado temporal. La principal función es la de obtener información de base sobre la peligrosidad del evento, a partir de la cual sustentar el diseño de estrategias de gestión del riesgo. (Tabla1- Figura 2)

---

<sup>10</sup> **Amenazas naturales** Tienen su origen en la dinámica propia del Planeta Tierra, normalmente los seres humanos no intervienen en la ocurrencia de estos fenómenos, ni pueden evitar que se produzcan. **Amenazas socio naturales:** Se originan por la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas, pero quienes sufren los efectos de esas reacciones, no son siempre los mismos que las han causado. Se expresan a través de los fenómenos que parecen ser producto de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos interviene la acción humana. **Amenazas antrópicas contaminantes:** Son las atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua, tierra) o sobre la población que pone en grave peligro la integridad física o la calidad de vida de la comunidad. **Amenazas antrópicas tecnológicas:** Son las que derivan de operaciones inadecuadas de actividades peligrosas para la comunidad o de la existencia de instalaciones u otras obras de infraestructura que encierran peligro.

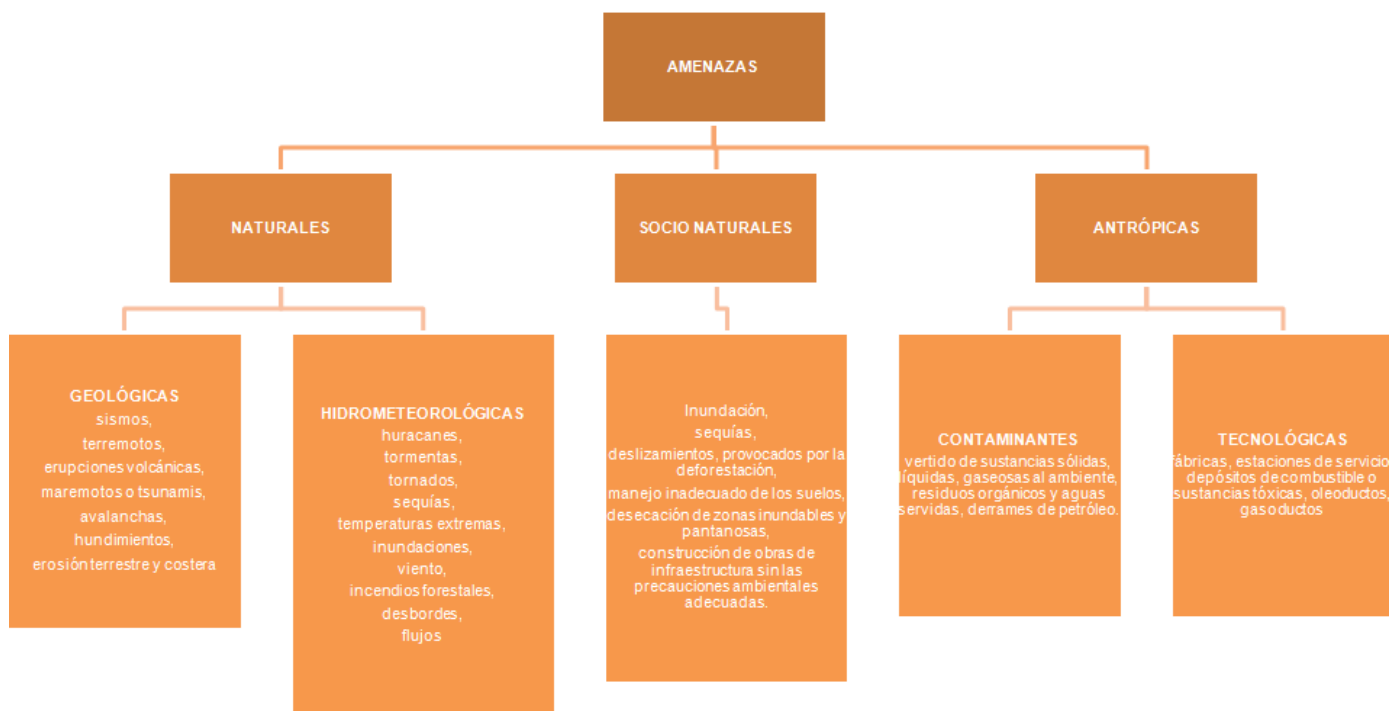


Figura 1. Clasificación de las amenazas como fenómenos con potencial destructivo según su origen.  
Fuente: Elaboración personal según Lavell (2000).

Dimensión	Significado	Respuesta social
<b>Magnitud</b>	Manifestación máxima de un evento.	A mayor magnitud del evento, la tecnología será menor para controlar o mitigar el efecto.
<b>Frecuencia</b>	Marca la frecuencia de un evento en un lapso temporal determinado.	Cuando más frecuente sea un evento, mayor será la necesidad de establecer etapas de respuestas para adecuarse al suceso.
<b>Duración</b>	Segmento temporal durante el cual persiste el suceso	Los sucesos de mayor duración entre el comienzo y el pico del impacto permitirán mayor rango de respuestas.
<b>Extensión areal</b>	Espacio cubierto o afectado por la acción del suceso.	Cuando mayor sea la extensión afectada, mayor será el segmento social afectado a dicho peligro.
<b>Velocidad de aparición</b>	Tiempo transcurrido entre la primera aparición y la máxima intensidad.	Influye en términos de la preparación para la emergencia.
<b>Dispersión espacial</b>	Patrón de distribución del proceso de peligro sobre el espacio afectado.	Condiciona el patrón de respuestas o distribución areal de las respuestas sobre el terreno afectado.
<b>Espaciado temporal</b>	Lapso que media en una secuencia de eventos.	Orienta la confección de un calendario de actividades humanas y respuestas.

Tabla 1. Dimensiones de peligrosidad y respuestas social.

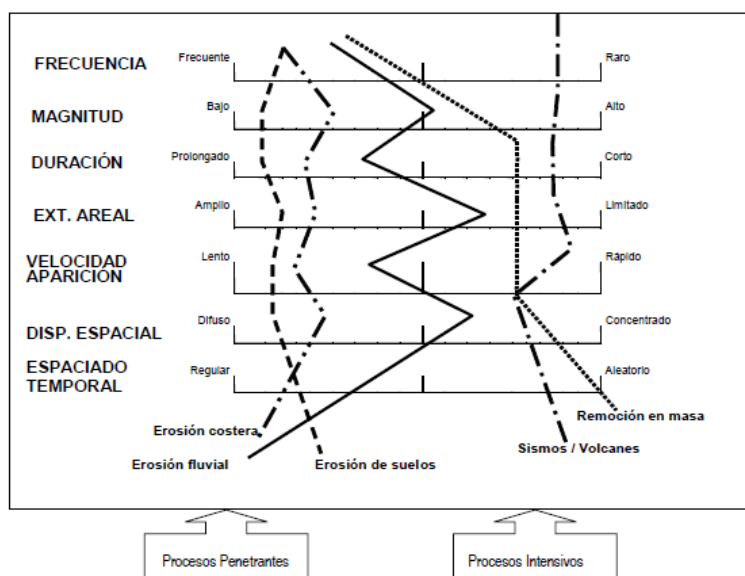


Figura 2: Perfiles teóricos para caracterizar la peligrosidad de fenómenos naturales.  
Fuente: Basado en Gares (1994)

### Vulnerabilidad

El segundo de los factores que componen el riesgo es la vulnerabilidad que constituye un sistema dinámico por lo tanto surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular (Vulnerabilidad Global), definida como la incapacidad de un sistema para absorber mediante el auto ajuste, los efectos de un determinado cambio en el medio, o sea su imposibilidad para adaptarse al cambio.

Al ser difícil un análisis profundo que explique la situación de desventaja en la que se encuentran muchas poblaciones, es que se hace necesaria una división del concepto desde varios ángulos interconectados entre sí.

Dimensión	Significado
Vulnerabilidad física	Localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos.
Vulnerabilidad económica	Los sectores económicamente más deprimidos de la humanidad son, por esa misma razón, los más vulnerables frente a los riesgos naturales. En los países con mayor ingreso real por cápita, el número de víctimas que dejan los desastres es mucho menor que en los países con bajo ingreso por habitante.
Vulnerabilidad social	Nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones que vinculan a sus miembros entre sí y con el conjunto social no pasen de ser meras relaciones de vecindad física, en la medida en que estén ausentes los sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito, y que no existan formas de organización de la sociedad civil que encarnen esos sentimientos y los traduzcan en acciones concretas.
Vulnerabilidad técnica	Es la ausencia de tecnología necesaria para paliar desastres que pueden ser resueltos con productos técnicos. La ausencia de diseños y estructuras en zonas propensas a inundaciones es una forma de vulnerabilidad física ligada a la institucional y a la económica.
Vulnerabilidad	La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre natural, o



<b>ideológica</b>	ante el desastre mismo, depende en gran medida de la concepción del mundo, y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo, que posean sus miembros. Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres naturales corresponden a manifestaciones de la voluntad de dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva, y la resignación. Si, por el contrario, la voluntad humana encuentra cabida en las concepciones existentes, si se reconoce la capacidad de transformación del mundo que, a veces para bien, a veces para mal, ha desplegado la humanidad a través de su existencia, y si se identifican las causas naturales y sociales que conducen al desastre, la reacción de la comunidad podrá ser más activa, más constructiva, mas de rebelión contra lo que parece inevitable.
<b>Vulnerabilidad cultural</b>	Es la forma en que una comunidad reacciona ante un desastre, la cual depende de los valores que marcan la pauta de las relaciones. Esta es distinta en un grupo humano regido por patrones verticales de poder, que en un grupo en el cual predominen los valores de cooperación y solidaridad sobre las pautas de dominación.
<b>Vulnerabilidad institucional</b>	Causas de debilidad de la sociedad para enfrentar la crisis radica en la obsolescencia y rigidez de las instituciones, especialmente las jurídicas.
<b>Vulnerabilidad política</b>	Nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que la afectan (mayor autonomía, menor vulnerabilidad). Incapacidad de una comunidad para volverse problema (que sus problemas trascienda los linderos locales y las situaciones exijan atención de los niveles decisorios). Incapacidad de que una comunidad formule por sí misma la solución del problema planteado
<b>Vulnerabilidad educativa</b>	La educación se empeña en suplantar las verdades que no corresponden a la realidad concreta y tangible. Se refiere a la forma acceso al conocimiento para enfrentar determinados riesgos.
<b>Vulnerabilidad natural</b>	Los límites ambientales dentro de los cuáles es posible la vida. Los seres humanos, los seres vivos en general, exigen una determinadas condiciones de temperatura, densidad y composición atmosférica y determinados niveles nutricionales, para poder vivir.
<b>Vulnerabilidad ecológica</b>	La naturaleza es un sistema vivo, todo cuanto entra en los ciclos ecológicos genera respuestas en los ecosistemas. Incapacidad de autoajuste interno de los ecosistemas para compensar los efectos directos e indirectos de la acción humana.

Tabla 2 Dimensiones de la vulnerabilidad global según Wilches Chaux (1998)

Blaikie (1996), tras preguntar ¿Qué es la vulnerabilidad? se responde: "...tiene un significado corriente: estar propenso a o ser susceptible de daño o perjuicio. Por vulnerabilidad entendemos las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y subsistencia de alguien queda en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad".

Los conceptos de resiliencia, vulnerabilidad, y capacidad adaptante se relacionan de maneras no triviales, afirma Gallopín (2006).

En términos simplificados, ante cambios en las condiciones de límite o en las entradas externas de un sistema (natural, social, o ambiental):

- Resiliencia, implica la capacidad de absorber impactos manteniendo sus funciones, a la vez que proporciona los componentes para su renovación y reorganización;

- Vulnerabilidad, define la susceptibilidad, en cuanto a funciones básicas e integridad del sistema, ante cambios contingentes perjudiciales para su estado;
- Capacidad adaptante (GWSP, 2005), configura una facultad del sistema para modificar su estado actual, manteniendo las funciones básicas e integridad total.

### **Gestión del riesgo**

La gestión del riesgo hace referencia a una serie de herramientas que permiten el análisis de un territorio determinado, evaluando posibles escenarios de diferentes eventos adversos, con el fin de analizar cuáles son las mejores maneras de intervenir para evitar que se presente un desastre. Estas acciones buscan fundamentalmente la reducción, la prevención y el control permanente del riesgo en un territorio determinado teniendo en cuenta dos posibilidades:

1. Plantear acciones que disminuyan los niveles de riesgo existente en un sector (enfoque compensatorio).
2. Evitar que se generen nuevos escenarios de riesgo mediante una adecuada planificación del territorio (enfoque prospectivo).

Para poder manejar estas posibilidades es necesario diagnosticar y evaluar el escenario de riesgo, y, asumir que su gestión no es un conjunto de actividades que abarcan un sector determinado sino un proceso dinámico que involucra a la totalidad del territorio con sus diferentes actores.

En todo escenario de riesgo, la gestión es un proceso por medio del cual un grupo humano o individuo toman conciencia del riesgo que enfrenta, lo analiza y lo entiende, considera las opciones y prioridades en términos de su reducción, tiene en cuenta los recursos disponibles para enfrentarlos, diseña las estrategias e instrumentos necesarios para enfrentarlos, negocia su aplicación y toma la decisión de hacerlo. Es un proceso que debe asumirse por toda la sociedad y no como suele interpretarse, únicamente por el gobierno o el estado como garante de la seguridad de la población.

En los últimos 30 años el concepto se enmarca en un enfoque holístico que pondera fuertemente el factor vulnerabilidad y peligro, pasándose así de una mera preparación de los Estados para responder a las catástrofes, a una formulación de políticas tendientes a proporcionar a la sociedad la resiliencia requerida ante las amenazas naturales y

asegurar que los esfuerzos que realizan por alcanzar el desarrollo no aumenten su vulnerabilidad a dichas amenazas. (Naciones Unidas, 2004).

La gestión del riesgo no es simplemente reducir la vulnerabilidad, sino ampliar la búsqueda de acuerdos sociales para soportar o utilizar los impactos, sin eliminar la obtención inmediata de beneficios. Se refiere a un proceso social complejo a través del cual se pretende lograr una reducción de los niveles de riesgo existentes en la sociedad y fomentar procesos de construcción de nuevas oportunidades de producción y asentamientos en el territorio en condiciones de seguridad y sostenibilidad aceptables.

No consiste sólo en la reducción del mismo, sino también en la participación de los diversos estratos, sectores de interés y grupos representativos de conductas y modos de vida (incluso de ideologías y de perspectivas del mundo, la vida, la religión) en la comprensión de las formas en que se construye un riesgo social con la concurrencia de los habitantes de una región, sociedad, comunidad o localidad concreta. Cada grupo social, debe gestionar el riesgo en la medida de sus posibilidades, de acuerdo con su propia percepción del mismo y la importancia que le conceda (Lavell, 2003).

El objetivo final de la gestión del riesgo es el de garantizar que los procesos de desarrollo impulsados en la sociedad se den en condiciones óptimas de seguridad y que la atención al problema de los desastres junto a la acción desplegada para enfrentarlos y sus consecuencias promuevan hasta el punto máximo el mismo desarrollo.

Un modelo de gestión del riesgo consiste en construir la información mínima que permita calcular el riesgo que se va a asumir y prever las reservas (financieras, sociales, psicológicas, etc.) que admitirán la supervivencia en condiciones adecuadas, a pesar de la ocurrencia de los impactos previstos como probables en períodos de tiempo también previamente establecidos.

Es precisamente la magnitud del riesgo existente lo que ayuda explicar la seria falta de políticas por parte de los Estados a favor de su reducción. La reducción se asocia con la idea de altas inversiones en soluciones, con poco retorno económico medible en el corto plazo o dentro de los periodos de ejercicio de los gobiernos.

Sin embargo, la gestión del riesgo sí ofrece una oportunidad de enfrentar el riesgo existente. No se pretende necesariamente la eliminación del riesgo de forma total. Esto es ilusorio como meta. Pero, si es posible llegar a un estado en que el riesgo es más manejable dentro de los parámetros del riesgo aceptable y los recursos disponibles a los gobiernos, comunidades, municipales, empresas, familias u otros actores sociales que

generan o sufren riesgo (Lavell, 2003). De aquí lo interesante de la gestión prospectiva que pocas veces se lleva adelante.

Si bien es cierto que el riesgo existente presenta un desafío de enormes proporciones, el posible riesgo futuro representa un reto impostergable. El control del riesgo futuro es, aparentemente, menos oneroso en términos económicos y sociales que la reducción del riesgo existente, dado que no depende de revertir procesos negativos ya consolidados en el tiempo y el espacio, sino más bien normar y controlar nuevos desarrollos. Sin embargo sí, se requiere de una fuerte voluntad política, y un alto grado de conciencia, preocupación y compromiso con la reducción del riesgo por parte de todos los actores sociales, incluyendo gobierno y sociedad civil.

### **Desastre**

El desastre es el conjunto de daños y pérdidas (humana, de fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, medio ambiente), que ocurren como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico, sobre una unidad social con determinadas condiciones de vulnerabilidad (Cardona, 1993).

Al hacerse referencia que un desastre se da sólo en condiciones de vulnerabilidad, se está aceptando el carácter social que tiene. Se puede determinar cómo el hombre al actuar de una u otra forma sobre el ambiente, pone en manifiesto el reflejo de su nivel socio cultural en el que se encuentra. Este concepto supera cualquier otro que pretende vincular el desastre sólo a fenómenos naturales. Entonces la magnitud del desastre dependerá de la situación particular de la comunidad afectada y de éstas en el contexto provincial y nacional.

Los efectos que pueden causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. Pueden considerarse como elementos bajo riesgo a la población, el ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos.

Las causas pueden producir pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio, el deterioro del medio ambiente. Las pérdidas indirectas pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede

tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja producción, la desmotivación de la inversión.

Las dimensiones del desastre se puede tipificar según sus características en:

➤ La dimensión demográfica, se refiere a la cantidad de población humana que puede ser afectada así como también a la escala de afectación en términos ecológicos, económicos y sociales. Un evento podría no afectar a las personas en forma directa, pero podría causar perjuicios sobre otros elementos naturales renovables y no renovables que, igualmente, le darían la categoría de desastre.

➤ La dimensión temporal, considera la escala de tiempo en la que se pueden localizar los impactos de los desastres. Estos pueden ser instantáneos, provocados por eventos tales como terremotos; mientras como impactos prolongados pueden considerarse desastres como la desertificación. Otro aspecto temporal se relaciona con la frecuencia de los desastres. Algunas poblaciones están habituadas a un ambiente propenso, donde la ocurrencia de los eventos llega ser casi parte de su estilo de vida; a diferencia de poblaciones localizadas en ambientes en los cuales ciertos eventos, por su poca recurrencia, llegan a ser considerados como eventualidades fortuitas (Cardona, 1993).

➤ La dimensión espacial debido a que el impacto de los desastres es extremadamente variado de acuerdo a su escala. Algunos son aislados y localizados; otros son difusos y dispersos. Por lo tanto, algunos sólo afectan a una población, mientras otros son los suficientemente amplios como para afectar a varias poblaciones a escala regional o local.

### **Gestión del riesgo de desastres**

La gestión del riesgo de desastres, no es un enfoque reciente. Investigadores de diversas disciplinas científicas reflexionan y teorizan sobre el tema, esbozando propuestas que cada vez más fortalezcan el vínculo Gobierno – Comunidad, en una suerte de relación intrínseca que asegure una vida digna, el desarrollo sostenible de los distritos y el conocimiento para poner en práctica la prevención y la respuesta ante la eventualidad de un fenómeno natural potencialmente dañino.

Lo expresado por Narváez (2009) es muy explicativo: "La gestión del riesgo de desastres, como concepto central de la discusión en torno a la intervención en el riesgo y desastre, data esencialmente de la última mitad de los años noventa del siglo pasado y, desde entonces, ha reemplazado en muchos lugares las nociones de manejo, gestión o administración de desastres, tan comunes desde los años sesenta en adelante.

Se han planteado muchas definiciones o conceptos sobre gestión del riesgo de desastres. Entre ellas se destaca la de Wilches Chaux (1998:p18), quien sostiene: "...cuando hablamos de gestión del riesgo...estamos hablando de la capacidad de la comunidad para transformar precisamente esas condiciones causales antes de que ocurra un desastre..."

Por su parte, Narváez (2009:p. 33) expresa: "La gestión del riesgo de desastre, definida en forma genérica, se refiere a un proceso social cuyo fin último es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles."

De acuerdo con Torres (2012: p. 4) "La gestión del riesgo representa una nueva visión del tema de desastres, una visión que debe convertirse en una acción y un enfoque permanente. En este sentido, el factor de riesgo debe transformarse en un punto de referencia y parámetro que informa la planificación e instrumentación de todo proyecto de inversión"

Para Alpizar (2009:p.21) "...la gestión del riesgo se asocia a los criterios establecidos por el enfoque de la planificación estratégica con carácter proactivo y puede establecerse como un concepto más estrictamente técnico y gerencial, en el cual la gestión del riesgo es un proceso de adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos. Implica intervenciones sobre los procesos de desarrollo para reducir las causas que generan vulnerabilidad."

Según la EIRD (2009:p.18) "la gestión del riesgo de desastres es el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre. Este término es una ampliación del concepto más general de "gestión del riesgo" para abordar el tema específico del riesgo de desastres.

La gestión del riesgo de desastres busca evitar, disminuir o transferir los efectos adversos de las amenazas mediante diversas actividades y medidas de prevención, mitigación y preparación.

### **Gestión estratégica para la gestión de riesgo de desastres**

La propuesta de una visión prospectiva con relación a su análisis, es el componente más complejo en el estudio de los desastres desde su contexto, sistema, estructura y sus elementos vinculantes en lo natural y lo antropogénico.

Bajo el concepto de riesgo se establecen conjeturas, probabilidades y hasta pronósticos de impacto, pero en realidad el principal problema asociado a éste es que el riesgo es una variable dinámica, y en muchas estrategias y políticas desde prevención hasta de desarrollo, intentan tratarlo como una variable estática, inmóvil, lo cual conduce a graves errores de percepción y tratamiento. (Lavell, 2003)

Estas reflexiones, indiscutiblemente permiten proyectar intervenciones eficaces para la gestión y la administración efectiva del riesgo a desastres desde una percepción estratégica. La visión prospectiva de los desastres garantiza trabajar, no en función de la gestión de desastres, sino eficazmente en la gestión de riesgo marcada hacia un escenario futuro, en el cual se proyecten metas y resultados para la obtención de un escenario transformado que garantice la sustentabilidad en toda su completitud, abstracción y concreción.

Investigaciones realizadas confirman que no es posible un enfoque holístico del riesgo, sin enfocar integralmente las componentes fundamentales de éste, referidas a la estimación de la amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad, y muy especialmente a los factores conducentes a ésta.

Precisamente por ser el riesgo una función compleja y dinámica, a través de la cual se intenta modelar en el presente una situación probable a ocurrir en el futuro para así poder desarrollar medidas que conlleven a una transformación del escenario, es que se propone el reconocimiento de la necesidad de una visión prospectiva con relación a su análisis, por ser éste el componente más complejo en el estudio de los desastres en toda índole.

En la actualidad no se logran procesos armonizados y coherentes que garanticen la optimización de los recursos y esfuerzo en un bien común, razón por la cual, en este enfoque se visibilizará la importancia de llevar a la práctica el enfoque holístico e

integrador de los procesos de gestión a través de la denominación conceptual de un sistema de gestión para la transformación.

Es significativo considerar el riesgo como una función que puede ser caracterizada para un escenario específico, a través de dos atributos fundamentales que son:

- La génesis.
- La tendencia.

Desde esta óptica el riesgo está en función del desarrollo como una variable vectorial. Con la génesis se determina la causa y los factores conducentes a esta en el sistema escenario-entorno. Con la tendencia se analiza la efectividad de las políticas y estrategias en torno al tema desastres y caracterizar este como ascendente o descendente lo cual permitirá generar plazos con estrategias necesarias para la transformación de los factores de vulnerabilidad.

La tendencia indica hacia donde se está moviendo, si hacia la sustentabilidad o hacia el desastre, si se desconoce las amenazas y se exacerban las vulnerabilidades, la tendencia del riesgo es a incrementarse. Estas reflexiones, indiscutiblemente pueden permitir proyectar intervenciones eficaces transformar los escenarios de riesgos a escenarios de sustentabilidad.

La fundamentación de modelos para la gestión de los riesgos por parte de las civilizaciones ha sufrido un proceso de desarrollo en el cual se reconoce una constante preocupación por lograr formas adecuadas de intervención del problema. Dichos modelos parten en la era moderna del análisis retrospectivo y toman en cuenta las tendencias sobre este tema que se han venido desarrollando desde mediados del siglo pasado y que son los siguientes:

- Modelos Descriptivos
- Modelos Causa-Efecto.
- Modelos Emergenciales.
- Modelos Predictivos. (Fenómeno vs. Impacto).
- Modelos de Gestión y Administración de los Riesgos.
- Modelos de Transferencia del Riesgo.
- Modelos Prospectivos.
- Modelos de Adaptabilidad.
- Modelos Economicistas.

En la actualidad se puede decir que son utilizados o proyectados en las intervenciones a escala internacional. La base teórica para formular un modelo de



gestión estratégica de riesgo yace en la sinergia de elementos de estos modelos mencionados, incorporando una visión política, ecosistémica y participativa que se centra en la sustentabilidad, como principal conductor de este modelo.

Partiendo de esta estructuración teórica y práctica de dicho modelo, se pretende no solo garantizar la integridad física de las personas, sino además proteger el medioambiente, la economía, la sociedad en su conjunto, en la cual se tracen líneas a futuro en donde se refleje como se ve el escenario tomando en cuenta todos los elementos que giran alrededor de tal, así promoviendo y accionando en el marco de la sustentabilidad de ese territorio.

Estas pretensiones, se desarrollan fundamentalmente en tres sub-modelos que simultáneamente conducen hacia la construcción del escenario deseado, en el cual la caracterización, concreción y desarrollo de cada una, debe de estar apegado a cambios de políticas de un país o región, así como en la vinculación de todos los sistemas intervinientes de ese territorio. (Lavell, 2003).

Tales sub-modelos (Figura 3) son:

- Gestión reactiva
- Gestión correctiva
- Gestión prospectiva

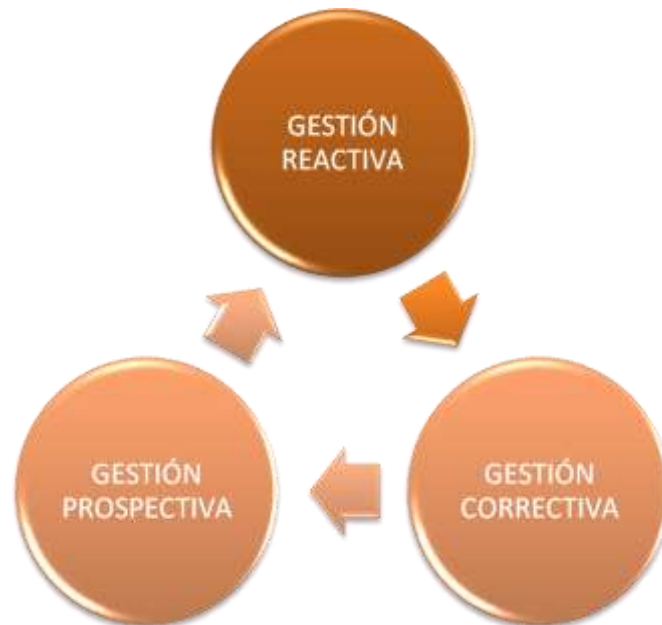


Figura 3: Fases de la Gestión Integral del Riesgo.  
Fuente: Elaboración personal basado en Lavell, 2003.

### **Gestión reactiva**

El sub-modelo comprende todas las acciones y políticas de respuesta, preparación y atención de una emergencia de manera eficaz, oportuna, digna, equitativa y eficiente, dado que es un proceso de cambios que se tienen que realizar en el marco de la gestión estratégica de riesgos, pero durante tal proceso es preciso realizar las acciones necesarias para responder ante crisis coyunturales que se den.

Las características que identifican a la gestión reactiva son:

- Principios que se basan en la gestión de emergencias y crisis.
- Efectiva ante un peligro inminente.
- Con mayor aplicabilidad a amenazas de origen lento.
- Minimiza el impacto de un desastre partiendo de una actuación con eficacia y rapidez.

Se fundamenta en los planes de contingencias, la capacidad de respuesta, la organización, la planificación, los recursos y el entrenamiento previo.

Tiene un efecto temporal. Pasada la amenaza se transita a la convivencia con las vulnerabilidades y riesgos pre-existentes, los cuales en sinergia con los otros dos sub-modelos, determinan su transformación.

Para su aplicación es básico contar con:

- Estudios de escenarios pre-desastres, que permiten tener estimadas las amenazas, analizar las vulnerabilidades, zonificar las áreas de riesgos.
- Voluntad política expresada en el interés de preservar la vida de la población.
- Planes y marcos normativos fortalecidos, eficaces y eficientes en el accionar de seguridad, respuesta y acción humanitaria de un país, región, municipio o comunidad.
- Adopción y experiencia en la acción humanitaria basada en lineamientos internacionales.
- Capacidad instalada en respuesta humanitaria.
- Preparación comunitaria.

### **Gestión correctiva**

Se basa en la realización y desarrollo de acciones mitigativas hacia riesgo y amenazas específicas para amortiguar el impacto. La gestión correctiva es compleja, pues debe tener un carácter integrador que permita identificar y tratar adecuadamente las causas del riesgo.

Se fundamenta en el análisis de vulnerabilidad, las evaluaciones de riesgo y los diagnósticos situacionales como en la identificación de los tipos de vulnerabilidades y los factores conducentes a estas, incluso es importante jerarquizar los factores de vulnerabilidad que permitirán una mejor intervención dentro del marco de mitigación.

Para la realización de este sub-modelo, se deben adoptar programas de mitigación. Generalmente su alcance se ve obstaculizado por las barreras económicas, sin embargo lo normativo, lo organizativo y lo funcional no requieren de grandes recursos para reducir su vulnerabilidad e influyen significativamente en la magnitud de los desastres.

### **Gestión prospectiva**

Es el sub-modelo que se fundamenta en el marco de acción política de un territorio que se plasma en los planes de desarrollo, abarcando todos los elementos existentes dentro del territorio y las esferas de acción y relación de la sociedad: medio ambiente, sociedad, económica, política y cultura, a fin de que se transformen factores de vulnerabilidad, fortaleciendo así las capacidades para contrarrestar amenazas y disminuir desastres.

El énfasis principal es la prevención, y este debe de estar inmersa en la planificación para el desarrollo, por ello, también requiere de un análisis exhaustivo sobre el riesgo dentro de los programas y proyectos enmarcados en la planificación. Es un componente principal para la adopción de los modelos de desarrollo.

La gestión prospectiva parte de la planificación de los escenarios futuros, a partir de los escenarios reales, la tipificación de la exposición, el análisis de las trayectorias probables y la necesidad de dar respuesta a eventos severos y catastróficos en el tiempo.

El riesgo se convierte en un atributo definitorio en los análisis de factibilidad económica y del proceso inversionista, permitiendo visualizar los modelos de transformación de un escenario real en riesgo hacia un escenario sustentable en el tiempo.

### **Interrelación entre los componentes de la gestión**

El desarrollo de estos sub-modelos en el marco de la gestión estratégica de riesgo, conllevaría a la reducción y transformación de todos los factores que interaccionan para la sucesión de desastres.

En la Figura 4 es posible apreciar la interrelación que se debe establecer entre los diferentes componentes de la gestión, así como se observa que al incrementarse la acción prospectiva y correctiva disminuye la demanda de la gestión reactiva.

En otras palabras invirtiendo en la reducción y transformación de riesgo se logra minimizar la demanda en situaciones de emergencias. (Figura 5)

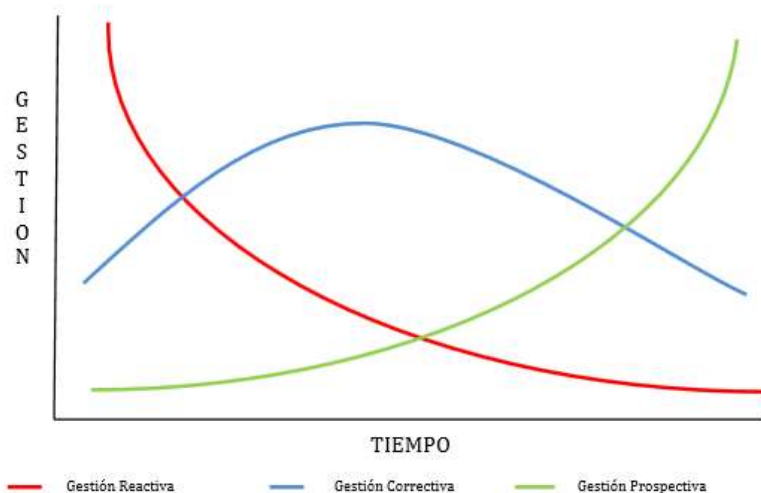


Figura 4: Interrelación entre los componentes de la Gestión de Riesgo.  
Fuente: Adaptado de "Construcción Participativa de Metodologías Formativas para la Gestión Estratégica de Riesgos en El Salvador". (2012:p.29)



Figura 5: Síntesis de las Fases de la Gestión de Riesgo.  
Fuente: Elaboración propia adaptado de "Construcción Participativa de Metodologías Formativas para la Gestión Estratégica de Riesgos en El Salvador". (2012:p.29)

El entender la caracterización de estos modelos no es suficiente siempre y cuando no exista voluntad política en transformar un escenario.

En el marco de la acción de la gestión estratégica de riesgo como modelo para la transformación de factores de vulnerabilidad, resiliencia ante amenazas y fortalecimiento de capacidades sociales para la preparación y prevención del riesgo, es necesario integrar los diferentes aspectos que están dentro de la esfera del territorio, los sistemas y subsistemas, los elementos que componen la estructura social y física del territorio, porque partiendo de este análisis integral, la gestión estratégica de riesgo consolida procesos encaminados a la sustentabilidad, siendo necesario la evaluación, la participación, la igualdad y equidad, la educación y la retroalimentación dentro del proceso.

Es por ello, que al hablar de gestión estratégica de riesgo, se habla de una visión de cuenca en el territorio, una visión de las conductas culturales de la sociedad, de las estructura y administración política, del modelo de desarrollo adoptado, del funcionamiento y estructuración de la economía, de los medios físicos naturales y sociales, de las relaciones entre actores sociales y de estos con el medio, de las desigualdades sociales dentro de tal territorio, de las especificadas y particularidades naturales del territorio, de los medios de vida de la sociedad, de los ecosistemas y el estado en que se encuentran, de las relaciones del territorio con otros territorios, es decir, toda una visión holística que permite emplear un modelo de gestión estratégica de riesgo, que garantice la sustentabilidad a futuro, siempre y cuando esté antepuesto una visión humana, ecosistémica y prospectiva de la sociedad y el territorio.

### **Gestión de riesgo de desastres urbano**

Los centros urbanos comprenden sistemas cuya complejidad aumenta conforme lo hace el tamaño de la ciudad. Este sistema intraurbano, con interconectividad y dependencias en cuanto a roles, funciones, producción, consumo, comercio, vivienda y lugares de trabajo, entre otros, todo entrelazado por complejos sistemas de transporte, distribución de agua, sistemas de electrificación y de alcantarillados, significa un alto grado de vulnerabilidad de la estructura, frente a eventos físicos extremos, ya sean extensos o localizados. (Lavell, 2000)

La ciudad es un sistema complejo, dinámico, que modifica y ajusta permanentemente sus estructuras y funciones a las demandas y relaciones entre los individuos y entre estos y su entorno físico natural o construido. El riesgo es una

condición emergente de los procesos transformadores de la ciudad según sus particularidades físicas, ambientales, económicas, demográficas, culturales y políticas, y ello se debe a que las ciudades presentan una alta complejidad.

La expansión no planificada que muchas de las ciudades han experimentado para hacer frente al crecimiento repentino de la población en combinación con una planificación territorial inadecuada y con el fracaso de las autoridades urbanas en lo que se refiere a regulación de las normas de construcción, son algunos de los factores que contribuyen a aumentar el riesgo de desastre de las estructuras urbanas.

Condiciones de vida deficientes en términos de salud, nutrición, pobreza, analfabetismo o saneamiento, suponen una amenaza permanente a la seguridad física y psicológica de estos grupos de población y crean conflictos cotidianos que generan continuos desastres a pequeña escala.

Los riesgos de desastres se ven agravados por estos conflictos, dando lugar a un proceso de acumulación característico de las zonas urbanas, donde las actividades humanas intensifican el mismo. Por lo tanto, la urbanización aumenta con frecuencia la exposición de personas y bienes frente a las amenazas, generando nuevos patrones de inseguridad y haciendo necesaria la gestión de riesgo de desastres. (UNDP; 2010).

Las zonas urbanas pueden ofrecer oportunidades para reducir los riesgos ya que suelen ser los motores económicos de los países y los centros de la actividad intelectual, política, comercial y financiera. De hecho, el potencial de una ciudad bien gestionada para influir en la mejora de la tarea es enorme. Estos avances se pueden lograr a través de economías de escala: infraestructura y servicios como saneamiento, drenaje, recolección de residuos, servicios sanitarios y de emergencia, o mediante el uso del alto nivel de experiencia y conocimientos técnicos que a menudo detentan las ciudades.

Por lo general, los niveles de educación son más altos en las zonas urbanas, que cuentan con comunidades más informadas y con poderosos grupos de interés político y económico que controlan los recursos económicos, y todo ellos son amplificadores potenciales de los esfuerzos que se están haciendo en la reducción de riesgos de desastres.

A partir de los '90, junto al crecimiento urbano, muchas ciudades del mundo han sufrido múltiples desastres asociados a una gran variedad de componentes de índole natural y/o antrópica.

La ciudad de Comodoro Rivadavia no ha quedado al margen de ello y ha sido actor de desastres de importantes dimensiones. Se convierte entonces en un escenario de

riesgo, donde confluyen los componentes del mismo: amenaza de fenómenos naturales/antrópicos (erosión y tormentas costeras, marejadas, movimientos en masa, fuertes vientos, derrames, incendios, contaminación, sequía, plumas eólicas y cenizas volcánicas producto de la combinación de sequía, emanaciones volcánicas y el viento que proviene del oeste; escasez de agua dulce potable); y vulnerabilidad de su población para enfrentar el evento adverso.

### **Características y planificación del SIG**

Desde sus inicios, el hombre ha tenido la necesidad imperiosa de conocer el territorio que habita<sup>11</sup>. Todas las civilizaciones, aunque fuera de una manera inconsciente, poseían un conocimiento inmediato del espacio geográfico, bien para implantar los asentamientos en sitios estratégicos y beneficiosos para el conjunto de la sociedad, bien para conocer las zonas donde se encontraban los alimentos primarios que consumían o zonas aptas para la instalación de cultivos.

Más adelante fueron evolucionando las técnicas, muestra de ello, son las cartas náuticas utilizadas para la navegación en el S.XV, esa información se trasladaba a papel para describir las características de la costa, la profundidad del agua, punto de puertos, ayuda en navegación, etc. Estos son solo un ejemplo de las diferentes formas que han tenido las comunidades o las personas para interpretar el territorio, todo ello paralelo a los avances técnicos y el conocimiento científico a su alcance.

Hoy existe un mayor interés por el conocimiento de la Tierra, una mayor sensibilización por cuestiones ambientales y naturales, derivado de los procesos antrópicos llevados a cabo en el territorio. De ahí la aparición de diferentes herramientas tecnológicas que faciliten estos procesos y ayuden tanto a corregir los desequilibrios generados en el espacio geográfico como a abordar nuevos estudios y proyectos con éxito.

Muchos desconocen aún el significado de Sistema de Información Geográfica (SIG) o el valor que poseen estas herramientas. Solo las disciplinas vinculadas a la planificación y ordenación del espacio geográfico saben lo que estas herramientas pueden ofrecer, siendo fundamentales para resolver desequilibrios territoriales generados.

---

<sup>11</sup> Publicado el 25 septiembre, 2015 por [RODBERmaps](#)

Los SIG son capaces de capturas, almacenar, recuperar, analizar y representar de forma gráfica grandes volúmenes de información espacial relativos a la superficie terrestre, para resolver problemas o responder a preguntas que genera el territorio.

No son meros programas informáticos, sino un sistema complejo compuesto por hardware, software, datos y usuarios que se complementan entre sí para generar grandes volúmenes de información (imágenes de satélite, fotografías aéreas, capas vectoriales, tablas de información o mapas temáticos).

Toda esta información geográfica queda localizada a través de una red de coordenadas capaces de identificar el punto exacto del objeto en la realidad, ayudando de una manera sobresaliente a la identificación rápida y precisa de problemas o a la correcta plasmación de nuevos equipamientos o proyectos en el territorio.

### **Los SIG como herramientas para la gestión**

Todas las herramientas disponibles deben ser utilizadas en la gestión de riesgo de desastres para prevenir la ocurrencia, mitigar las pérdidas, prepararse ante probables consecuencias y alertar la inminencia de un evento. En este sentido los SIG, constituyen una poderosa herramienta de gran alcance dentro de la informática que proporciona un marco alrededor del cual podemos analizar el espacio geográfico.

Existen muchas definiciones de SIG. Lo (2007) define a los SIG como: “Sistema computacional capaz de capturar, almacenar, manipular y visualizar los datos que contienen una referencia geográfica para convertirlos en información espacial útil en la solución de problemas espaciales complejos. El énfasis en los datos geográficos y la capacidad de analizar los datos espacialmente distinguen los SIG de otros tipos de sistemas de información”.

Y agrega “la recolección de datos geográficos y su conversión en información útil por medio de un SIG trascienden las fronteras tradicionales del procesamiento de datos y la gestión de la información. La información geográfica nos ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea. Nos permite desarrollar la inteligencia espacial para la toma de decisiones lógicas. Ésta es la razón por la cual cualquier definición de los SIG debe incluir no sólo las funciones del procesamiento de datos en estos sistemas, sino también su capacidad analítica para derivar conocimientos espaciales”. (Lo, 2007)

García (2006) asegura que los SIG constituyen actualmente, una herramienta poderosa para la recopilación, almacenamiento, actualización, análisis y visualización



de la información concerniente a la evaluación y manejo de riesgos naturales, facilitando la toma de decisiones en caso de desastres.

Los SIG han introducido conceptos relacionados al análisis y modelaje de datos complejos, mapas interactivos y la suma de gran variedad de datos con información geoespacial, que además permiten integrar formatos de visualización y de procesamiento de datos georreferenciados cuyas aplicaciones se desarrollan para la gestión y planificación que facilita la toma de decisiones en procesos complejos de desarrollo. Las tendencias actuales para lograr la prevención de sucesos, están dadas por la implementación de tecnologías novedosas ya que permiten brindar información oportuna para la toma de decisiones.

Son herramientas muy potentes que permiten, por un lado, trabajar en la planificación territorial y por otro lado, dar respuestas eficientes frente a la ocurrencia de un desastre. Brindan la posibilidad de producción de la información en forma de mapas, resultando excelentes herramientas visuales para transmitir y difundir planes de emergencia. Asimismo son útiles para la preparación y respuesta o actividades de auxilio en el momento de la ocurrencia del desastre y la reconstrucción del mismo.

Pusineri (2004) asevera que los SIG son adecuados para procesos de evaluación y rehabilitación post-desastre y trabajos de reconstrucción resultando importantes y necesarios en el análisis de todas las etapas o fases del ciclo de desastre.

Las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía y por su distribución espacial. La tecnología SIG permite almacenar y manipular información, analizar patrones, relaciones, y tendencias en la información, todo con el interés de contribuir a la toma de mejores decisiones.

Para diseñar el SIG es necesario responder a los siguientes interrogantes: (Cuadro 1)

<b>SIG responde a</b>	<b>Interrogantes</b>
<b>Localización</b>	¿Qué hay en?
<b>Condición</b>	¿Dónde sucede qué?
<b>Tendencias</b>	¿Qué ha cambiado?
<b>Rutas</b>	¿Cuál es el camino óptimo?
<b>Pautas</b>	¿Qué pautas existen?
<b>Modelos</b>	¿Qué ocurriría si?

Cuadro 1: Funciones del SIG. Fuente: Elaboración propia adaptado de Geoenseñanza (2006: p. 108)

Las funciones que permite desarrollar el SIG son de interés primordial en actividades relacionadas con la gestión del riesgo, pero se debe destacar que la nueva información depende de los datos geográficos incorporados en la base geoespacial de calidad. Esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y la buena calidad de los resultados obtenidos.

Las funciones de análisis espacial procesan las entidades espaciales que representan el mundo real con las relaciones entre sus atributos. Se identifican cuatro grupos de funciones de análisis espacial que permitieron el desarrollo del SIG. (Figura 6)



Figura 6: Funciones de análisis espacial de un SIG

Fuente: Elaboración propia adaptado de Geoenseñanza (2006: p. 110-111).

### Modelo espacial

Mientras que tanto metodologías inductivas como deductivas o una combinación de ambas pueden utilizarse para el diseño de modelo ambiental de riesgo urbano, es importante que éstos se sustenten en modelos conceptuales que reflejen los aportes de la investigación social u holística sobre el riesgo.

La aplicación del conocimiento sobre los escenarios de riesgo permite escoger, valorizar y combinar con confianza las variables críticas en la configuración del riesgo. Esto admite enfrentar los problemas de cuantificación, representación espacial y temporal, escala, complejidad e incertidumbre propios del diseño de modelos.

Un modelo ambiental de riesgo urbano de buena calidad es, entonces, un modelo caracterizado no por su complejidad sino por su simplicidad, su capacidad de sintetizar una realidad compleja e incierta en un número pequeño de variables críticas que reflejan explícitamente un determinado imaginario de riesgos. (Maskrey, 1998)

Los diferentes factores que intervienen en el riesgo son analizados e incorporados en plataforma SIG por medio de modelos que incluyen la evaluación multicriterio como proceso analítico jerárquico asignando peso y clasificación de acuerdo a los criterios en relación al peligro y la vulnerabilidad.

### **¿Qué es un modelo?**

Un modelo espacial es una representación simplificada de la realidad diseñada para representar, conocer o predecir propiedades del objeto real. Los modelos se construyen con una finalidad: estudiar al objeto real con más facilidad y deducir propiedades difíciles de observar en la realidad.

El modelo espacial establece los objetos de terreno a representar en una base de datos geoespacial y la determinación de cuáles son los datos espaciales y temáticos relevantes, que dependen de un contexto determinado. En cada contexto diferente la representación de los objetos de terreno se basan en distinto tipo de abstracciones. (Buzai, 2010)

El relevamiento a realizar puede ser reflejado en un modelo conceptual de base de datos del tipo objeto-orientado, en el cual los objetos se agrupan en clases. Una clase se puede definir como un grupo, conjunto o tipo, marcado por atributos comunes o un atributo común; una división es una distinción o clasificación de grupos basada en la calidad, grado de competencia o condición. En el contexto del análisis y diseño orientado a objetos, una clase representa un conjunto de objetos que comparten una estructura y un comportamiento común.

Este tipo de modelo maneja cinco tipos de abstracciones o relaciones posibles entre clases para representar los objetos de terreno: clasificación, agregación, asociaciones, relaciones funcionales y topología. (Reuter, 2006)

Cada objeto en el sistema opera como modelo de un "agente" abstracto que puede realizar un trabajo, informar y cambiar su estado, y "comunicarse" con otros objetos en el sistema sin revelar cómo se implementan estas características. Los procesos, las funciones o los métodos pueden también ser abstraídos y, cuando lo están, se demanda una variedad de técnicas para ampliar una abstracción.

En este caso se utilizarán estas abstracciones para la formulación del modelo conceptual. Un modelo de bases de datos relacionales (basado en el modelo conceptual) constituirá el modelo lógico y el soporte informático al modelo conceptual de tipo objeto-orientado.

La metodología de objeto-orientado en su versión actual UML (Lenguaje unificado de modelización, “unified modeling language” en inglés) define las relaciones entre los objetos en el espacio. UML establece relaciones jerárquicas.

Estas relaciones pueden ser:

- Clasificación: los objetos de jerarquía inferior se agrupan en una clase que integra o “generaliza” a las clases más detalladas.
- Agregación: los objetos de una jerarquía inferior son parte de la superior. Es una relación entre objetos básicos y objetos compuestos. La agregación denota una jerarquía todo/parte, con la capacidad de ir desde el todo (también llamado el agregado) hasta sus partes.
- Asociación: Una asociación es una conexión entre clases. Significa que los objetos de dos clases tendrán un vínculo bidireccional en común, el cual puede interpretarse como “para cada X existe un Y”.

Son tres las etapas para pasar del terreno al nivel de abstracción que se representa por medio del ordenador:

REALIDAD  $\Leftrightarrow$  MODELO CONCEPTUAL  $\Leftrightarrow$  MODELO LÓGICO  $\Leftrightarrow$  MODELO FÍSICO

### **¿Por qué modelar?**

Un modelo sirve para justificar una determinada planificación o toma de decisión (gestión) ante un problema espacial.

Buzai (2010) afirma que es importante destacar que el modelo permite:

- Replicar procesos de la realidad.
- Experimentar a escala social, incorporando la noción de escenarios del tipo "que ocurre si".
- Evaluar múltiples alternativas de decisión.
- Examinar resultados dinámicos, viendo como el sistema modelado evoluciona y responde a las diferentes variables y parámetros de entrada.
- Evaluar el peso de los factores y variables, comprobar hipótesis y predecir.

### **¿Analizar o modelar?**

El análisis espacial se genera sobre un momento específico, busca patrones o anomalías aportando nuevas ideas o hipótesis. Permite manipular los datos para revelar lo que de otra manera sería invisible.

Modelar permite identificar múltiples estadios representados en diferentes puntos del tiempo, implementar ideas e hipótesis sobre el comportamiento del mundo real y la opción de crear escenarios.

### **Modelo conceptual**

Reuter (2006) asegura que el modelo conceptual es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real.

Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen; el siguiente paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información y los diferentes procesos.

### **Modelo lógico**

Es el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfanumérica y los niveles de información gráfica que se capturarán, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellas.

En esta parte de diseño del SIG se definen los diferentes tipos de análisis que se llevarán a cabo y las consultas que se realizarán. Esto por cuanto de la estructura de las bases de datos (gráficas y alfanuméricas) dependen los resultados obtenidos al final. En esta etapa, se hace un diseño detallado de lo que contendrá el SIG y los productos generados, definiendo los tipos de mapas con sus leyendas, contenido temático y demás, reportes o tablas que se espera satisfagan los principales requerimientos de los usuarios. (Reuter, 2006)

### **Modelo físico**

Es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en qué forma se

debe almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar. (Reuter, 2006)

### **Modelo conceptual de riesgo urbano**

El proceso de desarrollo de SIG se inicia con el diseño del modelo espacial, el cual se sustenta sobre un modelo conceptual.

El modelo presentado se basa en el análisis de escenarios de riesgo y se alimenta de enfoques sociales y holísticos del riesgo. La espacialidad del riesgo queda representada a través de zonificación por integración de datos que destaquen el tipo de contexto expuesto y el impacto negativo asociado, teniendo en cuenta los aspectos físicos, sociales, económicos, culturales y políticos.

## Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG

### Métodos y materiales

El modelo que se plantea es deducir o inferir escenarios posibles tomando como base el escenario actual. De allí que por un lado, el modelo es descriptivo, basado en la interpretación del escenario actual, a partir de la experiencia observada en el comportamiento del contexto urbano. Por otro lado se aplica el modelo de predicción con fines exploratorios, relacionando variables dependientes e independientes, para la interpretación de un escenario previsible a partir de tendencias producidas históricamente.

En la fase de síntesis se estudian de forma simultánea los resultados del análisis. Esto permite vislumbrar el modelo de relaciones que mantienen unos elementos con otros a partir de sus coincidencias en el espacio y de su participación en determinados tipos de procesos. De la combinación de elementos surgen distintas estructuras espaciales que son identificadas como áreas en las que los diferentes componentes del territorio se mueven dentro de parámetros determinados y presentan un funcionamiento concreto. Dicho funcionamiento es resultado del modelo de relación que se establece entre los elementos, así como el tipo de procesos que ello genera.

El proceso de síntesis de la información o diferenciación de unidades territoriales complejas se aborda mediante una jerarquía que posiciona a cada elemento en un nivel diferente.

En el diseño, generación, edición del SIG, y la composición de salidas cartográficas posterior, se emplea el programa Arc Gis 10 (versión académica), Q GIS, PostgreSQL, PostGIS, pgAdmin, QGIS CLOUD.

Toda la información se almacena en el SIG mediante una base de datos georreferenciados conocidos como geobases de datos (geodatabase). Estas bases de datos contienen la información geográfica, numérica y alfanumérica en varios formatos digitales. La información almacenada se compila en diversas escalas geográficas y temporales.

La metodología para lograr alcanzar el objetivo general, se sustenta en recursos orientados al uso de herramientas SIG que permitan analizar y evaluar las diferentes variables relacionadas con la identificación de los contextos expuestos y la construcción de escenarios de riesgo urbano a partir de un modelo ambiental. El método de trabajo,

guiado por un enfoque mixto, complementa las técnicas cualitativas con técnicas cuantitativas.

El desarrollo de este trabajo contempló diferentes etapas:

1. En la primera se realizó un diagnóstico del escenario de riesgo empleando diversas técnicas:
  - a. Recopilación de información sobre antecedentes ocurridos de eventos adversos en el período 2008-2017.
  - b. Investigación documental (revisión bibliográfica, publicaciones científicas, informes técnicos, tesis de grado y posgrado, artículos periodísticos<sup>12</sup>).
  - c. Clasificación de eventos adversos más frecuentes en el área de estudio por medio del análisis de datos de registros históricos.
  - d. Reconocimiento visual de sitio de interés.
  - e. Relevamiento en campo mediante el uso de navegadores satelitales.
  - f. Identificación de información cartográfica, fotografías aéreas, imágenes satelitales.
  - g. Entrevistas<sup>13</sup>.
  - h. Encuestas
  - i. Talleres comunitarios participativos para la construcción de mapas de riesgo<sup>14</sup>
2. En la segunda etapa se diseñó el SIG con técnicas para visualizar las superficies afectadas y sitios críticos de los eventos adversos producidos en el período de tiempo establecido. por medio de los siguientes procesos:

---

<sup>12</sup> La oportunidad de realizar un análisis de datos históricos se deriva de la regla general por la cual el pronóstico sobre el futuro debe contemplar lo sucedido anteriormente. Para ello, se realizó una labor de búsqueda de documentos descriptivos registrados en el pasado (2008-2015) y fundamentalmente en los periódicos para identificar zonas de riesgo. De ellos se extrajo noticias sobre eventos adversos producidos en la ciudad y en la región. Esta información resulto esencial para poder determinar la frecuencia con que se han producido los diferentes eventos adversos, los daños que se han provocado y las medidas que han sido adoptadas en cada situación de desastre.

<sup>13</sup> Las entrevistas, se llevaron a cabo a los principales actores sociales que intervienen en la temática de riesgo de desastres, principalmente Defensa Civil, Bomberos Voluntarios de Comodoro Rivadavia, Policía Comunitaria y Fuerzas de Seguridad. Las preguntas se diseñaron con el objetivo de indagar acerca del grado de conocimiento existente sobre la temática de estudio, las mismas estuvieron orientadas para obtener información sobre los daños producidos en eventos pasados, la respuesta de las instituciones sociales, la respuesta de la comunidad afectada.

<sup>14</sup> Se planean en torno a un objetivo común y a una estrategia de empleo, y a menudo se realizan con aportes de toda una comunidad en un proceso abierto e incluyente. Cuanto mayor es el nivel de participación de todos los miembros de la comunidad, más beneficioso será el resultado, porque el mapa final reflejará la experiencia colectiva del grupo que lo haya producido. Por medio de conversaciones, se recogen los conocimientos locales que se dibujan directamente en un mapa escaneado. Estos mapas poseen la información básica del barrio para facilitar la incorporación de los datos al SIG sin que se produzcan alteraciones que perjudiquen el resultado esperado. Las técnicas de levantamiento de mapas a escala local son una buena modalidad para dar a conocer información de la comunidad a las personas encargadas de tomar decisiones.



- a. Disponibilidad de datos espaciales, identificación de datos espaciales de proveedores (Modelo Digital de Elevación, datos de población, información geográfica de base), datos sobre la temática y proveedores de datos espaciales sobre eventos adversos (por ejemplo, datos de inundación, los datos de deslizamientos, datos de tormentas costeras) y los usuarios de datos espaciales (ONG, organizaciones gubernamentales, municipios).
  - b. Disponibilidad de servicios WMS, WFS, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) (intercambio de datos, restricciones, metadatos, catálogos).
  - c. Captura, integración de datos y generación de información: Se compatibilizó la información proveniente de servidores con información geográfica.
  - d. Diseño de base de datos: A partir de las diferentes técnicas empleadas para la recolección de datos, se crearon las tablas con atributos espaciales de los eventos adversos.
  - e. Corrección topológica y edición de capas de información.
  - f. Creación de capas con información básica e información temática.
3. En la tercera etapa se utilizaron diferentes herramientas de geoprocésamiento a partir de técnicas de análisis espacial para lograr el modelo ambiental de riesgo urbano.
    - a. Identificación de las áreas de peligro o amenaza.
    - b. Elaboración de mapas de zonas de peligrosidad, de vulnerabilidad y de riesgo.
    - c. Cartografía temática de daños, viviendas afectadas de manera total o parcial, servicios y vía pública afectadas.
  4. En la cuarta etapa se proyecta la implementación del SIG de riesgo urbano utilizando como referencia los conceptos expuestos sobre los momentos de la gestión del riesgo.
    - a. Desarrollo de página web.
    - b. Diseño de geoportales con servicios a diferentes niveles de usuarios.
    - c. Implementación de la base de datos utilizando PostgreSQL/PostGIS.

### **Variables y criterios**

En la componente de los factores causales, el modelo contiene:

- ✓ Modelo de estimación de amenaza o peligrosidad
- ✓ Modelo de evaluación de vulnerabilidad

El modelo de estimación de riesgo se desarrolla mediante el método de superposición ponderada y reclasificación.

Se consideran las variables independientes (biofísicas y socio demográficas) que se manifiestan a mayor escala dimensional y resultan más estables en el tiempo, luego se continúa avanzando hasta las variables dependientes (peligrosidad o amenaza y vulnerabilidad) con una manifestación más reducida, matizada en el espacio y menor estabilidad en el tiempo.

En primer lugar se procede al trabajo temático individual de la componente amenaza o peligrosidad analizando las variables bio-físicas teniendo en cuenta los procesos de amenaza de flujos de barro, deslizamientos, inundaciones, fenómenos meteorológicos adversos (vientos intensos, precipitaciones fuertes en poco tiempo), erosión y tormentas costeras. Se realiza un análisis específico de geomorfología, pendiente, cursos de agua y drenaje, viento, precipitaciones, uso y cobertura del suelo generando nueva información para aplicar en el modelo.

La información de suelo, geomorfología, vegetación y geología se generan en formato vectorial a partir de los datos de la Carta Geoambiental de Comodoro Rivadavia obtenida en formato digital como imagen jpg.

La variable viento se obtuvo a partir del uso del modelo de NOAA con el programa ZYGRYB 2-8.0.1, datos de registros convertidos a formato vectorial. El método se aplica por velocidad del viento (120 km/h) e interpolación numérica de datos.

El proceso de amenaza o peligrosidad antrópica por exposición a ciertas estructuras susceptibles (Caloni, 2010) de producir impacto como las estaciones de servicio, grandes depósitos de combustible y petróleo, oleoductos, distribución de pozos petroleros dentro del área urbana.

El método de evaluación multicriterio empleado es el de combinación lineal ponderada, que permite obtener un mapa continuo con probabilidad de ocurrencia, que se adapta a una variable continua como es la amenaza o peligrosidad.

La componente vulnerabilidad se analiza integrando las variables socio demográficas.

La información sobre vulnerabilidad se crea por medio de los datos de población (índice de pobreza, densidad y cantidad de población, tipos de vivienda, y de actividad económica por radio censal) con estadísticas del municipio, de la Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia de Chubut y del INDEC por medio del uso del programa REDATAM.

De este modo la integración de capas de información temática cualitativa nos conduce a la definición de unidades integradas de riesgo donde existen unidades menores que corresponden a estados de inestabilidad en los que se encuentra el área de estudio. (Figura 7)

#### **Modelo de estimación de amenaza o peligrosidad**

El modelo se desarrolla aplicando el método de reclasificación, superposición ponderada, donde cada una de las variables se trabaja bajo el supuesto que, mientras una zona esté más alejada de la restricción, su condición de aptitud será mayor.

La estimación de amenaza o peligrosidad está asociada a procesos de remoción en masa, inundaciones, vientos fuertes, marejadas y tormentas-erosión costeras. (Figura 7)

#### **Modelo de evaluación de vulnerabilidad**

La clasificación multivariada se aplica a los indicadores de evaluación de vulnerabilidad para el análisis socio-espacial utilizando la matriz de datos geográfica.

La construcción de la vulnerabilidad se genera bajo las condiciones socio demográficas de población, viviendas y hogares. (Figura 7)

#### **Modelo ambiental de riesgo urbano**

La espacialidad del riesgo queda representada a través de zonificación por evaluación multicriterio destacando el tipo de contexto expuesto y el impacto negativo asociado, y por el método de superposición ponderada, donde cada una de las variables se trabaja bajo el supuesto que, mientras una zona esté más alejada de la restricción, su condición de aptitud será mayor. Por lo que se hace necesario asignar valores a las áreas **no** restringidas dependiendo de la distancia a la restricción.

La escala analizada corresponde a la unidad espacial barrio.

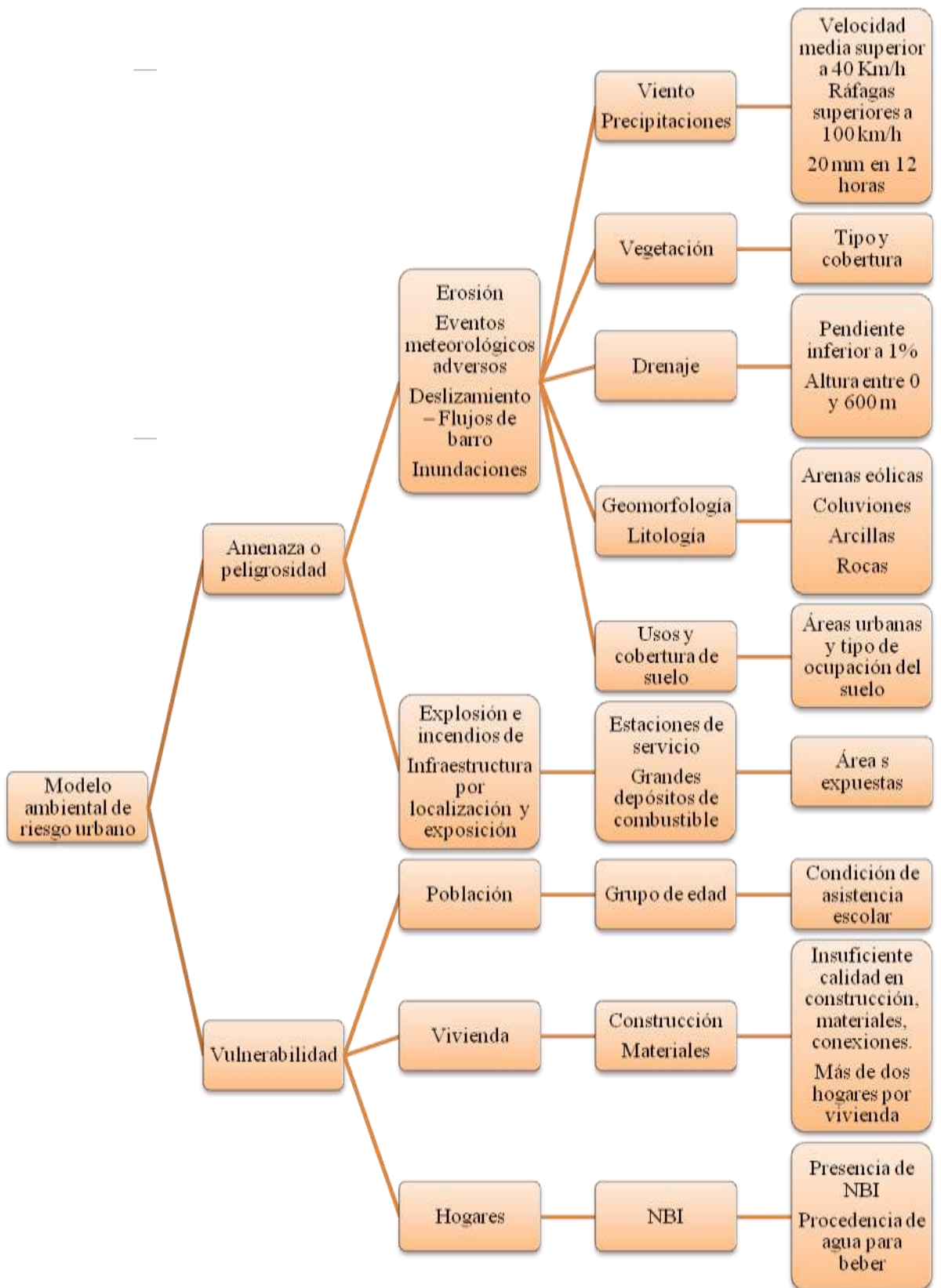


Figura 7: Modelo ambiental de riesgo urbano: variables y criterios  
Fuente: Elaboración propia

### **Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia**

La ciudad de Comodoro Rivadavia es cabecera del Departamento Escalante, en la Provincia del Chubut. Se encuentra ubicada entre los 45° 43' 36'' y 45° 59' 47'' latitud Sur y los 67° 20' 44'' y 67° 46' 32'' longitud Oeste, en el punto medio del semicírculo que forma el litoral del Golfo San Jorge. Se extiende entre el nivel del mar y no más allá de los 260 msnm, sobre niveles aterrizados y semi inclinados entre la línea de ribera marítima y las altas Pampas: Salamanca al Norte, Pampa del Castillo al Oeste y Meseta Espinosa al Sur. Con un ejido que tiene una superficie de 548,2 km<sup>2</sup> y un frente de costa de aproximadamente 36 km<sup>2</sup>, se constituye como la localidad más importante de la Patagonia Austral influyendo de forma directa a partir de múltiples interacciones funcionales, económicas, sociales y culturales sobre las ciudades del sur de la Provincia de Chubut y del norte de la provincia de Santa Cruz. (Figura 8)

Su espacio urbano puede diferenciarse en dos áreas: el área central, al Sur del Cerro Chenque constituida por 31 barrios que albergan el 75,7% de la población total de la ciudad y la Zona Norte integrada por 30 barrios localizados de manera dispersa que en su mayoría han sido originariamente campamentos petroleros, localizados a lo largo de los cañadones que se forman entre las mesetas que bajan desde el oeste hacia el mar. (Figura 9)

El asentamiento originario data de 1901, aunque la historia de la ciudad cambió sustancialmente cuando una expedición dependiente del Estado argentino descubrió petróleo en sus inmediaciones en 1907 (Cabral Marques, 2005).

Comodoro Rivadavia es una ciudad de reciente integración urbana, de constitución compleja y con dificultades para pensarse/diseñarse a sí misma (Cabral Marques, 2017).

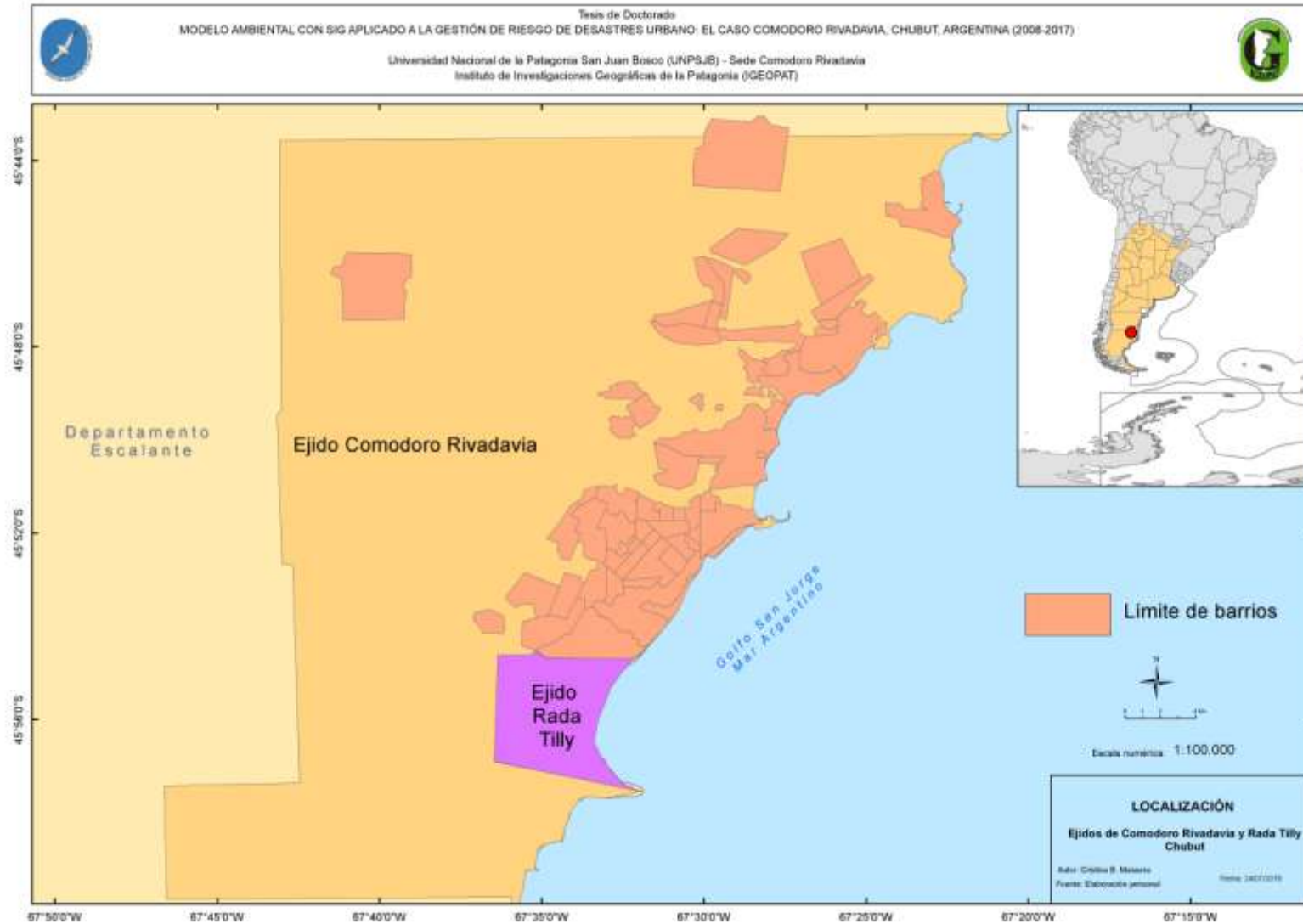


Figura 8: Localización de Comodoro Rivadavia. Fuente: Elaboración personal con datos de IDERA.

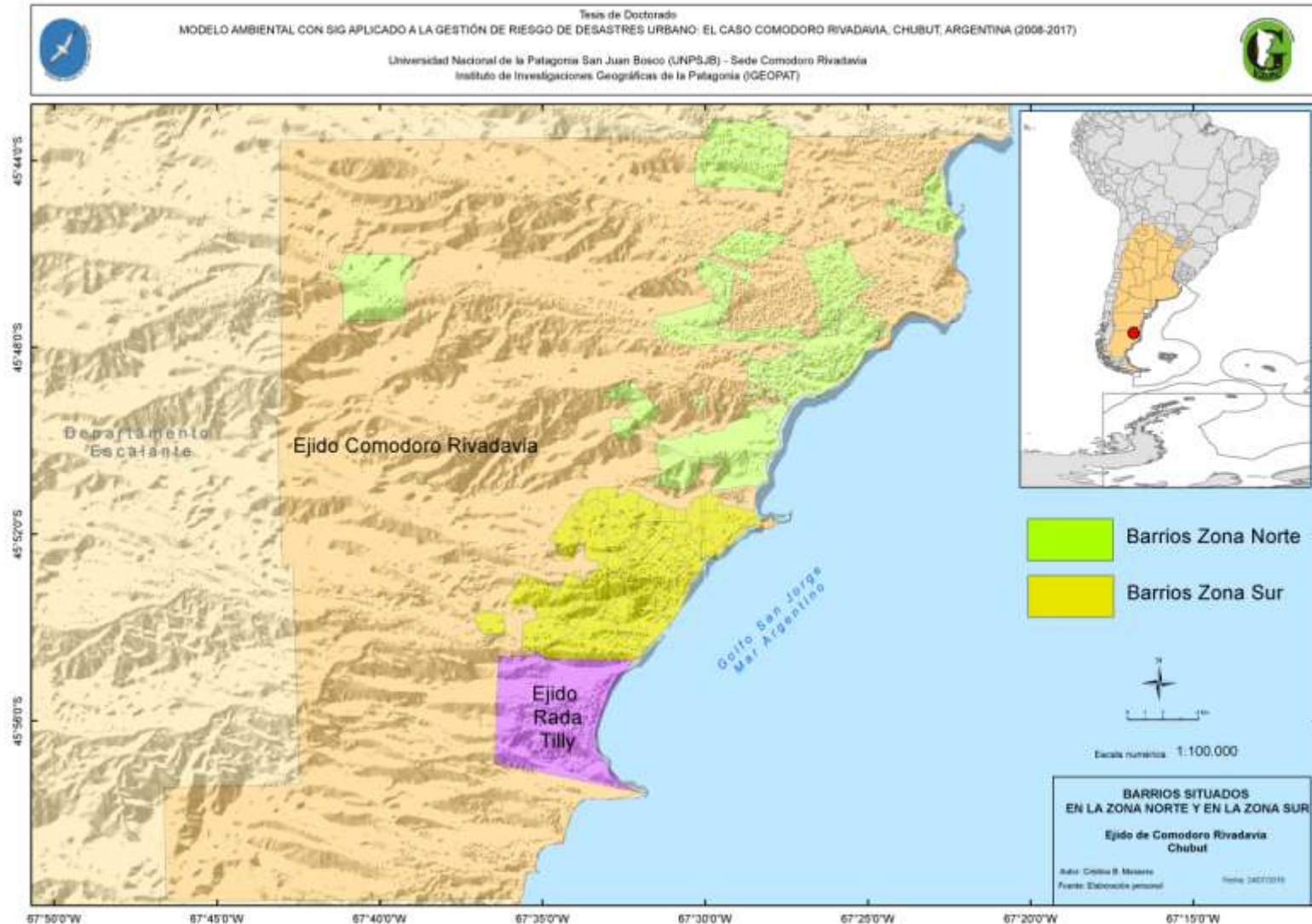


Figura 9: El ejido municipal comprende 548,2 km<sup>2</sup> donde se distribuyen, de manera dispersa, barrios situados en la zona norte y en la zona sur. Fuente: Elaboración personal con datos de MCR año 2017



Figura 10: Comodoro Rivadavia en 1907 con el descubrimiento del petróleo

Fuente: Archivo Histórico MCR

*Archivo Histórico Municipal M.C.R.*



Figura 11: Fotografía de la zona del Infiernillo, sin datos exactos de la fecha o periodo en que fue tomada la misma. Código M.T.N.4.26., foto montada en soporte de madera y digitalizada. Fuente: Archivo Histórico MCR





Figura 12: Comodoro Rivadavia en 1919. Avda. Tehuelche - Km.3

Fuente: Autor y Donante: Desconocido - Código: 1.4.1.A.49. Archivo Histórico MCR



Figura 13: Comodoro Rivadavia en 1928.

Barrio General Mosconi o Km 3 con una intensa nevada. Fuente: Archivo Histórico MCR

Historizar el desarrollo de la trama urbana de Comodoro Rivadavia en función de los períodos, etapas y ciclos que han definido las actividades económicas dominantes y los actores sociales e institucionales más relevantes de cada momento proporciona un indicador de las características particulares en el crecimiento de la ciudad.

En el cuadro 2 se detallan los períodos en relación con la sustentabilidad urbana de la ciudad y la planificación o no planificación del crecimiento sociodemográfico para lograr identificar las líneas de tensión más importantes en cada uno de ellos. De este modo, se tratan de visibilizar las tendencias históricas de la ocupación del territorio que permiten prever posibles escenarios de impacto derivados de los mismos o de otros factores en el futuro cercano. (Cabral Marques, 2017)

Períodos	Tendencias históricas
1900-1917	Las bases de una localización dispersa
1917-1944	La consolidación de un modelo urbano multifocal.
1944-1955	La planificación estatal-centralizada de la trama urbana y las primeras formas de integración “municipal”.
1955-1963	La explosión del crecimiento desordenado en la zona sur de una trama urbana aún segmentada y los inicios de la desarticulación de los «campamentos» en la zona norte.
1963-1983	Los impactos de un ciclo depresivo y la visibilización de la municipalización integral de la trama urbana.
1983-1991	Los intentos por diagnosticar y reordenar institucionalmente los vectores de crecimiento de la ciudad con un criterio democrático.
1991-2003	Una nueva etapa recesiva con inversiones sectoriales y no articuladas para la sustentabilidad de la trama urbana.
2003- actualidad	El desborde del crecimiento urbano con débiles líneas de planificación, ordenamiento y proyección del territorio de la ciudad.

Cuadro 2: Períodos y sustentabilidad urbana de Comodoro Rivadavia.

Fuente: Daniel Cabral Marques “Comodoro Rivadavia: Una ciudad de reciente integración urbana, de constitución compleja y con dificultades para pensarse/diseñarse a sí misma”. Trabajo inédito presentado en las Jornadas Científicas Universidad, agua y sociedad: “Todos por Comodoro”. UNPSJB, 22 y 23 de junio de 2017. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Además de la zona dependiente del Estado Nacional, ubicada a unos tres km. hacia el norte del poblado originario, varias compañías de capitales privados establecieron sus

asentamientos durante el transcurso de las dos primeras décadas del siglo XX (Astra-km.20, Ferrocarrilera del Petróleo-km8 y Diadema Argentina – km 27, entre otras).

Hacia 1944 la expansión de las actividades de exploración y explotación de petróleo sobre la zona litoral del golfo San Jorge y la defensa de los recursos petrolíferos promovieron la creación de la Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia, la cual tuvo efímera existencia ya que en 1955 fue disuelta al iniciarse la provincialización de los territorios de Chubut y Santa Cruz (Cabral Marques, 2005).

Durante el período 1944 -1955 Comodoro Rivadavia fue elevada al rango de ciudad capital, para ello los gobernadores militares llevaron adelante un ambicioso programa de urbanización en el que destacaron la ampliación de planes de vivienda para el personal de la petrolera estatal (Barrios 13 de diciembre y 9 de julio) y el desarrollo de una poderosa infraestructura edilicia que se estableció en una zona de tierras que debieron ser ganadas al mar.

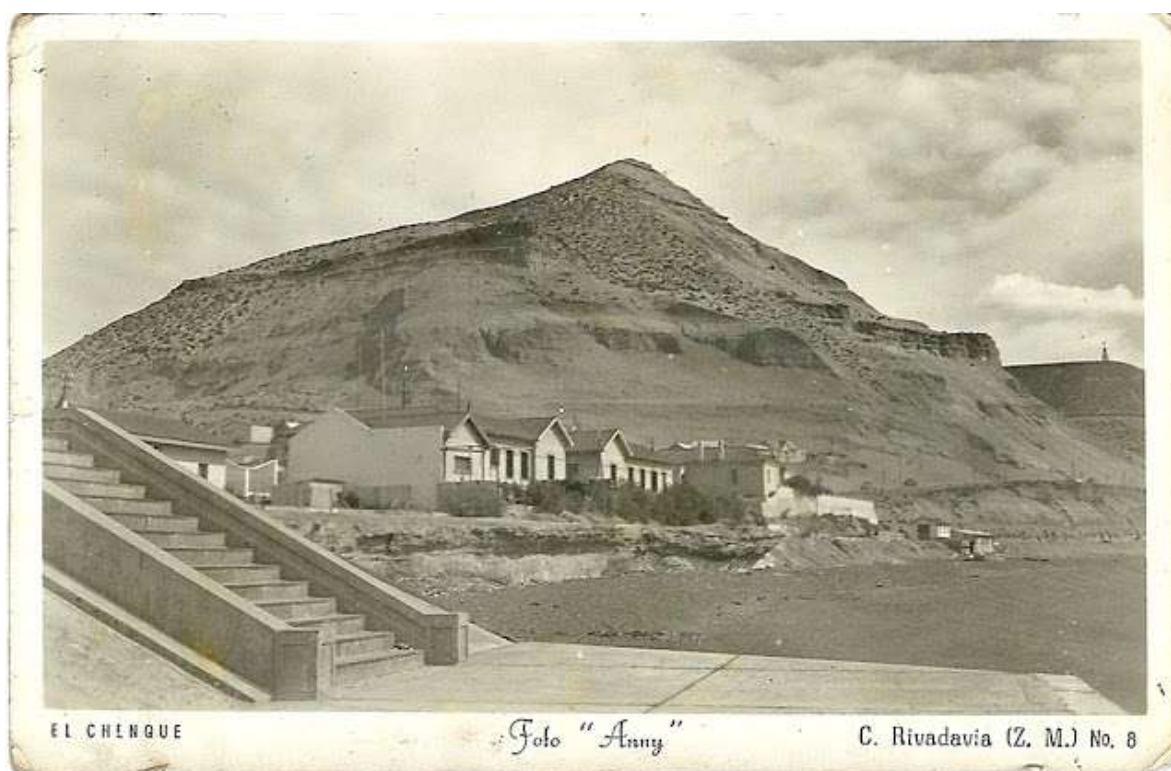


Figura 14: Comodoro Rivadavia en 1943. Z.M. significa Zona Militar (Existió solo en 1943, al año siguiente pasó a ser Gobernación Militar)

Fuente: Archivo Histórico MCR

A mediados de la década del sesenta, la mancha urbana había comenzado a desplazarse hacia la zona oeste y sur del ejido urbano proyectado hacia 1901,

contradiendo la lógica de ocupación del espacio que había sido característica de las décadas precedentes.

La tendencia fue profundizándose ya que hacia 1991 los barrios “más populosos” se localizaban en la zona oeste de la ciudad San Martín, Máximo Abásolo y su ampliación, Quirno Costa, Isidro Quiroga, San Isidro Labrador, Juan XXIII, 30 de octubre, Pueyrredón, Roca, Remanente Fracción B, Cordón Forestal.

Más aún una importante población se concentraba en la superficie comprendida por los barrios Jorge Newbery, Las Flores, La Floresta, Ceferino Namuncurá, José Fuchs, 13 de diciembre y 9 de Julio. (Crespo, 2003).

Con el objeto de definir la traza urbana pero con la clara intención de delimitar el espacio público del nuevo poblado, tras aprobarse el decreto de fundación de Comodoro Rivadavia el 23 de febrero de 1901, el Ing. Policarpo Coronel fue encargado de mensurar por primera vez el ejido municipal, según lo señalado en el Diario El Rivadavia, 13 de diciembre de 1947, pág. 1.

Siguiendo los modelos de ciudad vigentes en Europa con anterioridad a la primera guerra mundial, con la excepción de Londres que superaba las 30000 ha, París comprendía 7.900 ha, Berlín unas 6300 ha y Viena 18000, en el caso de la ciudad de Buenos Aires, la misma pasó de ocupar los 2/3 de su superficie original de 4000 ha a las 18000 ha resultado de su ampliación en 1888. (Gorelik, 2004)

Tras el descubrimiento del petróleo en 1907, el Estado Argentino estableció la creación de una zona de reserva que abarcaba unas 5 leguas en torno al poblado originario, por ello una segunda mensura debió realizarse en 1909, la cual fue aprobada en 1910 ampliándose el ejido inicialmente proyectado en un importante número de hectáreas. (Figura 15)

Nuevas mensuras fueron realizadas en 1917, 1924 y 1933, destacándose en esta última oportunidad que la misma procedía a mantener fuera del ejido municipal a los campamentos dependientes de la petrolera estatal, modificación que había sido introducida en 1917, se establecía asimismo que la jurisdicción del poblado no podría superar las 8.000 ha.

Sin embargo, en 1947 se produjo un nuevo ensanchamiento al incorporarse aproximadamente unas 16 manzanas ganándole tierras al mar en una zona próxima a la denominada Playa Sud, lugar donde se levantaron un importante conjunto de edificios públicos y el Hospital Regional.

En 1991 la superficie total del ejido de la ciudad abarcaba unas 54.993 hectáreas, según el Informe de ese mismo año, emitido por la Secretaría de Gobierno, Dirección General de planeamiento, promoción y desarrollo económico y social de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia.

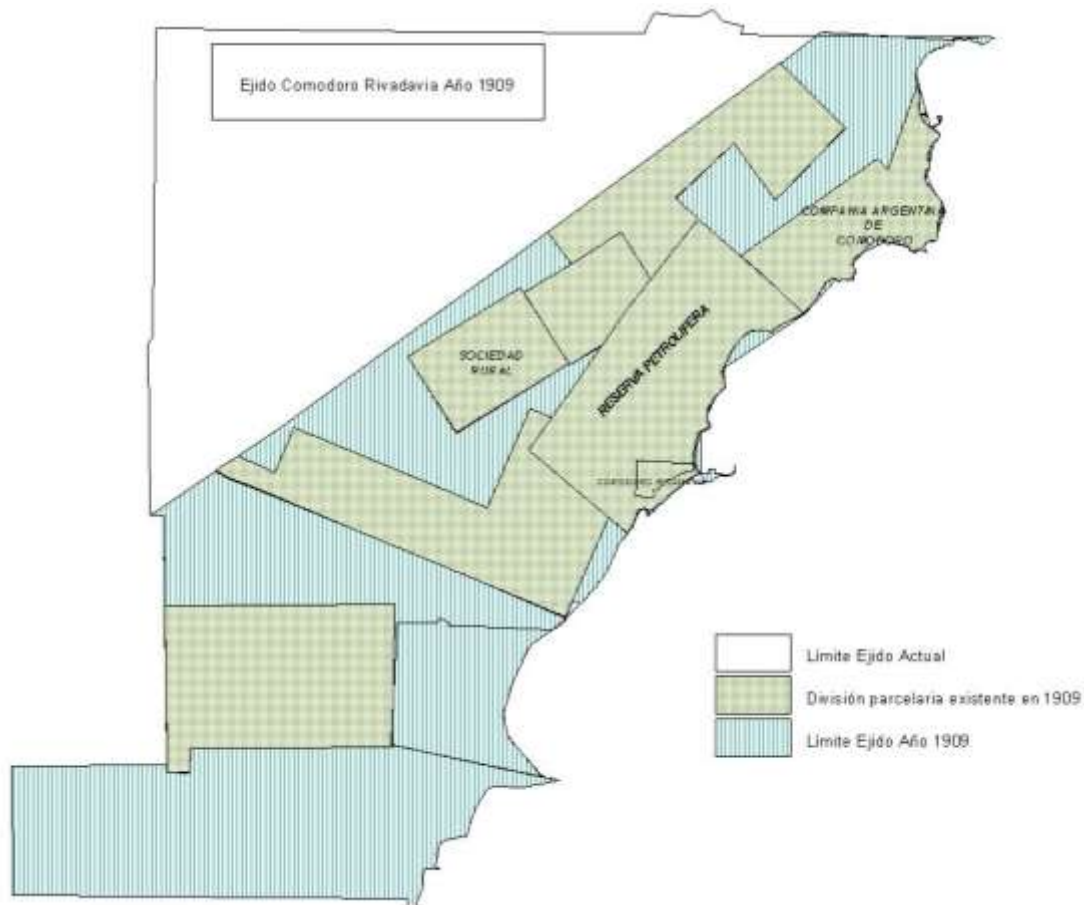


Figura 15: Segunda mensura realizada en 1909, aprobada en 1910 ampliándose el ejido inicialmente proyectado en un importante número de hectáreas.

Fuente: Elaboración personal por método de escaneo, digitalización y georreferenciación del plano original de 1909.

Según el último Censo Nacional del año 2010, contaba con una población de 177.038 habitantes, con un total de 54.060 viviendas. Según proyecciones a 2017 cuenta con alrededor de 231.085 habitantes. Los hogares por tipo de vivienda habitada pasaron de 37.659 a 49.798 entre el censo del 2001 y 2010 respectivamente. Significa que hubo un crecimiento de alrededor del 75%.

La distribución espacial de la población es desigual. En la zona norte, las densidades son bajas, los valores más altos, superiores a 150hab/km<sup>2</sup> sólo se presentan en los barrios Laprida, Palazzo y Standart Norte. En el resto de los barrios los valores no superan los 40 hab/km<sup>2</sup> (Figura 16)



Figura 16: Distribución de población por área en los barrios de la zona norte de Comodoro Rivadavia.

Fuente: Elaboración personal sobre la base de información del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. INDEC REDATAM

Las mayores densidades se localizan en la Zona Sur, concentrándose los valores más elevados en los denominados “barrios altos” (Newbery, Pietrobelli, Las Flores, La Floresta, San Martín y Máximo Abásolo) localizados en la ladera del Cerro Chenque y en los barrios del sector oeste de la ciudad (Isidro Quiroga y Moure,) y suroeste (30 de Octubre), todos con densidades superiores a 120 hab/km<sup>2</sup>, alcanzando en algunos sectores valores que oscilan entre 200 y 300 hab/km<sup>2</sup>. Dadas las características de ocupación, al Cordón Forestal, Humberto Beghin y Acceso Sur le corresponde los valores más bajos. Puede afirmarse que la gradación de densidad se visualiza en una mancha decreciente de alta a baja densidad desde la ladera del cerro Chenque hacia la costa. (Figura 17)

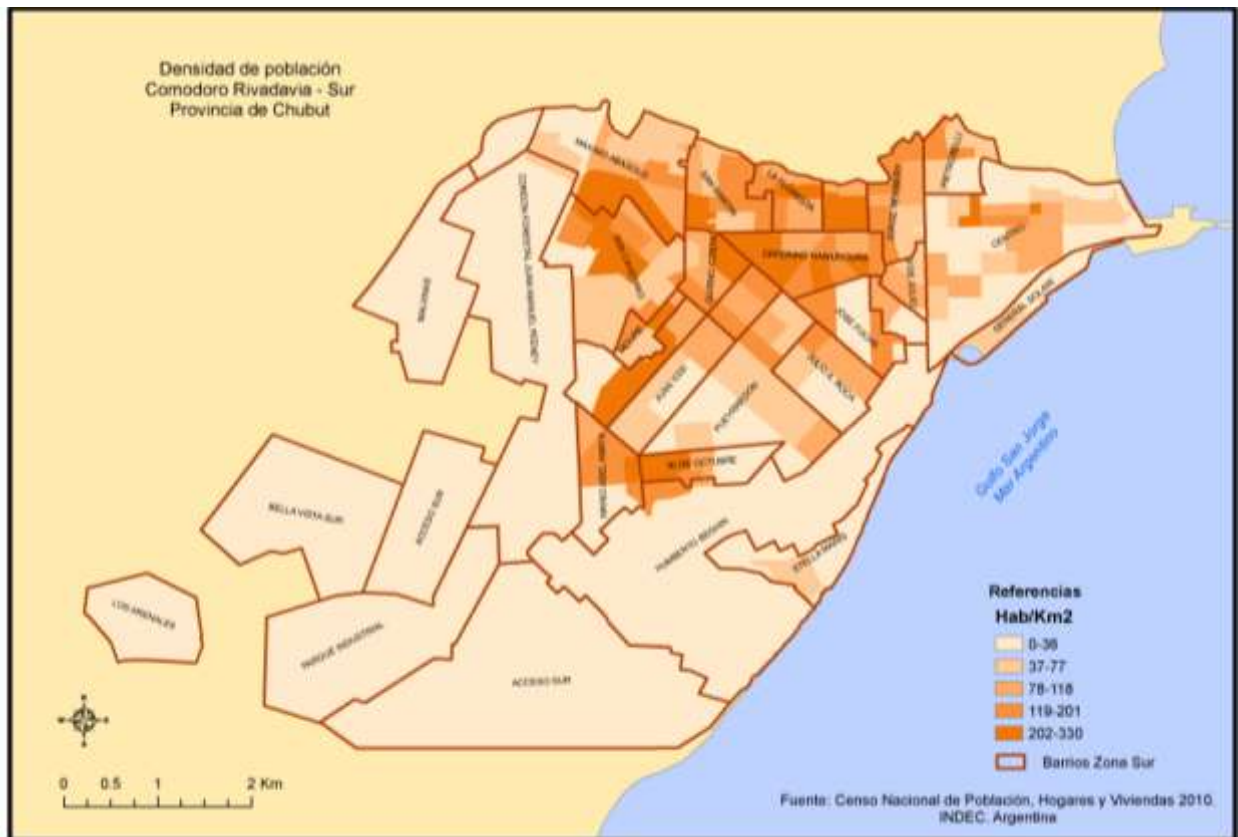


Figura 17: Las mayores densidades en la zona sur de Comodoro Rivadavia.  
Fuente: Elaboración personal sobre la base de información del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. INDEC REDATAM

### **El ambiente físico - urbano**

Comodoro Rivadavia, se despliega entre el primer escalón de meseta y el mar, en el marco de un clima templado con frecuentes e intensos vientos. Se trata de un relieve sumamente activo de terrazas, bardas y cañadones que requieren de una atención recurrente, en especial, aunque no únicamente, por situaciones del escurrimiento superficial y sub-superficial y sus consecuentes micro-arroyadas, deslizamientos y anegamientos.

Todo ello, además, con la dependencia estructural de un acueducto que traspasa mesetas y valles desde unos 140 km hacia el Oeste. Ello condiciona y explica, en parte, la presencia de numerosos y amplios intersticios sub-ocupados y/o de usos periféricos. Espacios muchas veces conflictivos o peligrosos que obstaculizan el diseño de un tejido urbano más continuo.

Es un ámbito donde las intervenciones tecnológicas son decididamente necesarias. Aquí las geoformas marinas costeras (las plataformas de abrasión), se suman a condiciones climáticas adversas (en especial por vientos intensos), para ofrecer también un marco natural poco amigable.

Las particularidades geomorfológicas, pendientes, cañadones y escurrimientos superficiales, que caracterizan el ambiente físico actúan como limitantes para el crecimiento de la ciudad y son componentes de peligrosidad natural. (Figura 18)

Una ciudad caracterizada por una disposición física fragmentada, cualidad que resulta determinante a la hora de considerar al conjunto urbano como un todo. Salvo la expansión física hacia el Oeste y Sur, que sí obedece a la historia petrolera, hacia el Norte son altas mesetas y faldeos abruptos los que aparecen intersticialmente. Así, razones histórico - económicas explican buena parte de la fragmentación, con el desarrollo de los núcleos básicos de las barriadas alejadas de la mancha urbana original, pero debe destacarse también el rol significativo de las singulares condiciones naturales de la zona.



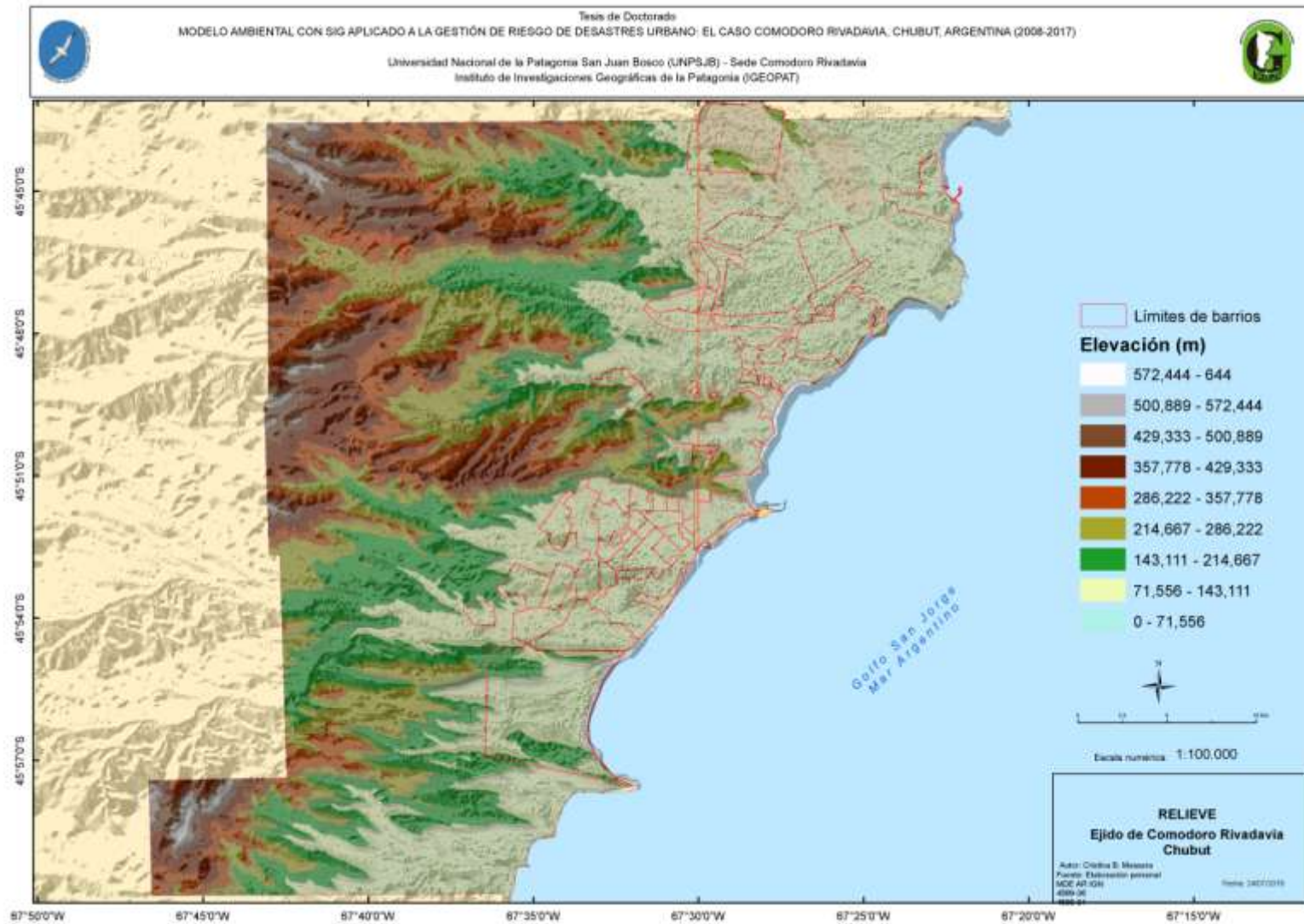


Figura 18: Las particularidades geomorfológicas, pendientes, cañones y escurrimientos superficiales del ejido de Comodoro Rivadavia (Chubut). Fuente: Elaboración personal con DEM SRTM

Es un ambiente de aridez generalizada, con un relieve quebrado de mesetas, terrazas y cañadones, que culminan en un litoral marítimo alternado por acantilados y playas de rodados o arenas.

Las condiciones climáticas corresponden a semiárido del tipo meseta, con escasas precipitaciones en todas las estaciones y en general muy irregulares. La precipitación media anual es de 200 mm y la temperatura promedio anual oscila entre los 12° y 14° C. La presión atmosférica entre 1012 y 1010 Hpa y la evapotranspiración potencial entre 650 y 750 mm según registro del Servicio Meteorológico Nacional. (Figura 19)

Las temperaturas máximas se registran en los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que las mínimas se dan durante los meses de junio y julio. Las temperaturas medias son de 20°C en verano y 6°C en invierno, con una humedad relativa del 50%.

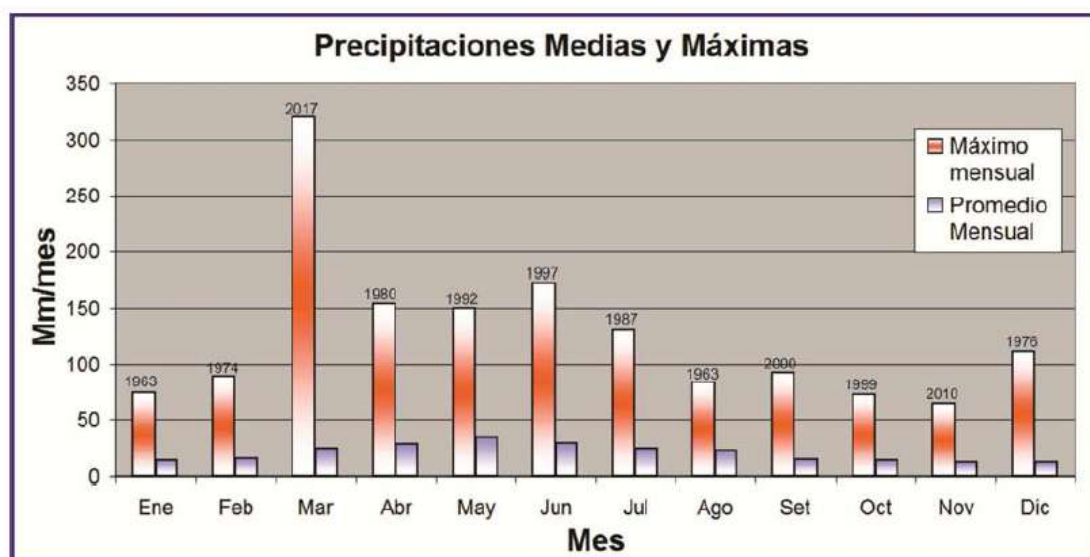


Figura 19: Promedio mensual de precipitaciones en Comodoro Rivadavia en el período 1963-2017.

Fuente: Sistemas fluviales efímeros e inundaciones repentinas de la ciudad de Comodoro Rivadavia: causas, procesos y mitigaciones. Paredes, J. (comp), 2017.

La velocidad media anual del viento es de 32 km/h y las frecuencias de ocurrencia de las diferentes direcciones corresponden en un 70% a aquellas comprendidas entre el sudoeste y el noroeste, prevaleciendo las del oeste.

Zona árida, seca y algo fría, caracterizada por fuertes y frecuentes vientos provenientes del oeste y con precipitaciones escasas. Estos vientos, que forman un cinturón alrededor del mundo entre los 40° y 60° de latitud Sur, traen consigo humedad del océano Pacífico y generan precipitaciones principalmente en la cordillera de los Andes.

Los vientos húmedos del oeste descargan las precipitaciones en la Cordillera de los Andes, siendo secantes en su trayecto hacia el mar y con precipitaciones esporádicas, lo que genera un déficit hídrico significativo. Sin embargo, la influencia de masas de aire desde el Atlántico es cada vez más frecuente, mediante el establecimiento de niebla en la zona costera y de lluvias asociadas; este último sistema de circulación es recurrente durante los eventos de precipitaciones intensas y extremas de la zona. (Paredes, 2017)

La Pampa del Castillo representa un umbral topográfico para el desplazamiento hacia el oeste de las masas de aire húmedo del Atlántico, y al oeste de la misma, sobre el valle seco del río Chico, las precipitaciones oscilan los 120 mm/año (Coronato y Del Valle, 1988). En invierno se registran las mayores precipitaciones pluviales y nivales, en tanto que durante la primavera y el verano, las precipitaciones se reducen notablemente en coincidencia con el aumento de la temporada ventosa y de mayores temperaturas. La temperatura media anual del registro analizado (1963-2017) es de 12.9 °C (StD 0.5 °C), observándose un incremento de 0.7°C en la temperatura media anual dentro del período considerado.

Las características topográficas de la ciudad y las barreras físicas y superficiales han influido y condicionado el desarrollo urbano (se transforman en grandes obstáculos para permitir una continuidad urbana). Sumado a esto el tipo de suelo predominante es arcilloso (específicamente arcillas expansivas), generando problemas y costos adicionales directos e indirectos de variada índole.

En cuanto a la conectividad, se destacan las principales vías de circulación, que a la vez actúan de conectores interurbanos. Las rutas nacionales N° 3 y 26; y las provinciales N° 1, y 39, son las principales articuladoras. Los caminos "Centenario" y "Roque González" conectan la zona norte y sur; avenidas, calles y pasajes suman una densa red de vías secundarias que completan la trama urbana, con distintas capacidades y calidades. (Figura 20)

La configuración espacial de la ciudad en cuanto a la ocupación del suelo está dentro de la clasificación de un área urbana a consolidar ya que presenta menos del 80% de las parcelas edificadas, parcelamiento discontinuo, falta de algún elemento de infraestructura o servicio público del área urbana consolidada, y equipamiento comunitario insuficiente.

La ciudad se encuentra posicionada como el centro urbano y de servicios de mayor impacto en la región, siendo la extensión de su ejido, similar al de las ciudades que multiplican por varias cifras su cantidad de habitantes.

El desenvolvimiento urbano tuvo en la centralidad portuaria el eje para su desarrollo, mientras que la expansión física necesitó adecuarse tanto a las demandas económicas, como a las ofertas topográficas y posibilidades tecnológicas. Bondel (2008) afirma que "su estructura urbana es, entonces, resultado de ese conjunto - recurso, naturaleza y tecnología - y, a la hora de plantearse una gestión territorial armoniosa, será desde su entendimiento que los patrones distributivos se expliquen con sus situaciones más o menos críticas y más o menos eficientes".

El centro urbano, dentro de la zona Sur, es el sector neurálgico de la ciudad y el de mayor densidad poblacional, agrupando gran parte de los servicios comerciales, administrativos y financieros. Su confinamiento físico entre el mar y las bardas, lo condicionan notablemente, en especial en materia de congestión vehicular que se ve desbordado ante la imposibilidad de desagregar el tránsito por modalidades y origen-destino, superponiéndose en un todo, el de gran porte con el liviano, el intra-urbano con el regional y hasta con el internacional.

El uso urbano dominante en la mayoría de los barrios, a excepción del centro y el barrio industrial Humberto Beghin, es el residencial. Sin embargo, la gran dispersión espacial, los problemas de conectividad intra-urbana y, en algunos casos, el importante número de habitantes, ha permitido la generación de sub-centros comerciales que atienden la franja cotidiana de la demanda comercial local.

### **Modelo ambiental de riesgo urbano**

El problema de riesgo urbano en Comodoro Rivadavia está vinculado a las tres componentes: *de los factores causales, de la respuesta social a los desastres, de la reconstrucción en el ambiente urbano.*

El modelo responde al concepto de las componentes relacionadas donde las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente y modifican la cualidad y calidad del mismo. La sociedad responde a estos cambios a través de políticas, macroeconómicas y sectoriales. Éstas últimas producen una retroalimentación dirigida a modificar las presiones a través de las actividades humanas. (Gallopín, 2006)

### **Componente de los factores causales**

La ciudad de Comodoro Rivadavia, se configura en el marco de los problemas ambientales que la misma refleja y específicamente, aquellos asociados a condiciones actuales y procesos históricos que favorecieron los escenarios de construcción de riesgo urbano.

Siguiendo a Lavell, “tal vez la característica más definitoria de lo urbano se relaciona con el grado de concentración y densidad de la economía y de la población que significa, con predilección para las funciones económicas y sociales relacionadas con los sectores de la industria, el comercio, los servicios, la cultura y la política. La centralización significa que los centros urbanos, en distintos grados, dominan en el ámbito local, regional, nacional e internacional esas mismas funciones concentradas”.

Tanto la concentración como la centralización son productos de modalidades de desarrollo económico y político que las han favorecido en los contextos históricos, de los últimos dos siglos. Tales contextos de concentración y centralización bajo modalidades de alta densidad significan una vulnerabilidad de altas proporciones en lo que se refiere a los peligros de daños extensos a la economía y población en el caso de desastre. La densidad de población, economía e infraestructuras concentrados en espacios limitados, garantizan elevadas pérdidas en caso de impactos de grandes proporciones. En la medida en que un centro urbano particular centraliza las funciones económicas, sociales y políticas de una región, zona, país o internacionalmente, la vulnerabilidad se ve acentuada ante tal concentración, por el impacto que la destrucción o daño sufrido podría tener para el espacio mayor en su conjunto (Lavell,2010).

Los factores causales de riesgo en el contexto urbano son múltiples y dependen del ámbito en el que se originan. Es posible establecer a grandes rasgos, las causas dominantes que lo caracterizan:

- La velocidad del cambio es rápido con escala temporal reducida.
- La degradación ambiental agudiza el riesgo y el crecimiento desmedido de la ciudad y ello implica una transformación sustancial de las condiciones naturales de los ecosistemas locales entre los elementos del medio soporte y el ambiente socialmente construido.
- La vulnerabilidad en elementos de su infraestructura expuestos sumado al surgimiento y acumulación de vulnerabilidades de distintos tipos a partir de las condiciones de crecimiento y la evolución de los sectores sociales, especialmente los marginados.

### **Amenaza o peligrosidad**

La amenaza o peligrosidad se manifiesta a través de la erosión y tormentas costeras, deslizamiento y flujos de barro, inundaciones, fuertes vientos, como fenómenos naturales.

En cuanto a los antrópicos, la ciudad está situada en un marco de distribución de pozos petroleros identificados geográficamente y otros que no cuentan con la información de exacta ubicación, sumados a las playas de tanques y estaciones de servicio de combustible.

Las limitaciones geográficas de disponibilidad territorial, se ven agravadas por un uso del terreno, que implica la construcción de obras de infraestructura y edificaciones, que pueden contribuir a agravar el problema si no son realizadas adecuadamente. (Cravero, 2002:2).

### ***Erosión, marejadas y tormentas costeras***

La forma de la costa es consecuencia del control geológico- geomorfológico y la acción del mar. La acción marina modela la forma y evolución de la franja costera, mediante procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos. Las zonas de erosión presentan retroceso de acantilados escarpados con desprendimientos, deslizamientos y desgaste de las restingas. En las zonas de acumulación, el mar deposita gravas y arenas (Gómez, 2003).

El principal motor de estas transformaciones dinámicas es la energía del mar, a través de mareas, olas y corrientes litorales. En la costa comodorensis, la amplitud de mareas es alta (macromareal), la energía involucrada es muy elevada y más aún durante las marejadas, donde la energía y erosión es máxima (Gómez, 2003).

La costa posee una orientación general noreste-suroeste, presenta alternancia de áreas elevadas o puntas con acantilados y amplias restingas y playas bajas con entrantes.

En términos generales, el mar erosiona las salientes acantiladas, generando el retroceso de la línea de costa, y acumula arena y gravas en playas con entrantes. No obstante, en las marejadas erosiona sectores de playas de acumulación, como en Caleta Córdova (Gómez, 2003).

Los efectos de las tormentas costeras se originan por sistemas de baja presión en el continente y de alta presión en el sector marítimo, que produce el aporte de circulación de vientos del mar desde el cuadrante E-SE, que avanzan hacia la costa y generan fuerte oleaje.

### ***Eventos meteorológicos adversos: viento.***

El viento sopla en forma constante durante todo el año. Los más fuertes coinciden con los meses de verano, con una velocidad media de aproximadamente de 50 km/h. Por efecto de canalización, dadas las características del relieve, el viento supera

ampliamente los valores medios registrados en los últimos años con ráfagas entre 80 a 100 km/h.

La ráfaga máxima extrema registrada corresponde al 11 de diciembre de 1968, con una velocidad de 285 km/h. Otras ráfagas extremas ocurrieron en agosto de 1976 (con 222 km/h con dirección oeste-noroeste) y en junio de 1980 (con dirección oeste y 200 km/h). En los últimos años el viento se ha manifestado de manera intensa durante el verano con ráfagas que superan los 120 km/h.

En estos dos últimos años se han registrado semanas completas con vientos muy fuertes en distintas estaciones con ráfagas de hasta 120 km/h. Como consecuencia de ello se han volado techos de viviendas, carteles, vuelco de camiones.

### ***Deslizamiento y flujos de barro. Procesos de remoción en masa***

Los fenómenos de remoción en masa son procesos gravitatorios que generan la movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca, o ambos, en diversas proporciones.

La denominación “fenómenos de remoción en masa” se entiende como la traducción de mass wasting. En Argentina es el término más utilizado y se puede documentar por ejemplo a partir de Polanski (1966) que considera procesos de *remoción lenta en masa y de remoción rápida en masa*. En los trabajos más antiguos a este se utiliza la denominación del tipo de movimiento (deslizamiento, flujo, etc.) sin denominar el conjunto del proceso.

Internacionalmente y recientemente en nuestro país, se encuentran otras denominaciones como “movimientos sobre ladera” (Varnes et al. 1984), “movimientos de pendiente”, “movimientos en masa” (mass movement), cuando además se incluyen las subsidencias y los hundimientos, que no se generan en laderas.

El término deslizamiento está acuñado por el uso común y habitualmente se lo suele encontrar como sinónimo, aunque debería limitarse para un tipo específico de movimiento.

La definición de los movimientos, según Cruden (1991), considera a la remoción en masa como “movimiento descendente de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos”.

Terzaghi (1950) separa las causas externas, que provocan un incremento del esfuerzo de cizallamiento (cambio de la geometría de la ladera, variación en el régimen

de agua, etc.), de las causas internas que generan una reducción de la resistencia al cizallamiento.

Según Ferrer Gijón (1989) los factores que influyen en la estabilidad de los taludes en macizos rocosos pueden ser clasificados como factores condicionantes (intrínsecos al macizo rocoso) o desencadenantes (factores externos). Dentro del primer grupo se incluye la estructura geológica, la litología, las condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológico de los materiales, propiedades físicas, resistentes y deformacionales de los materiales, estados tenso-deformacionales. En el segundo grupo incluye las cargas estáticas y dinámicas, los cambios en las condiciones hidrogeológicas, los factores climáticos y las variaciones en la geometría de los taludes.

En un clima semidesértico, los cambios de humedad son muy importantes en la parte superficial del terreno, que es el nivel de fundación de viviendas simples. A causa de este fenómeno aparecen grietas en las paredes, especialmente en las viviendas viejas, que no utilizaban encadenados de hormigón.

Se mantiene un constante testeo del cerro Chenque como del Hermitte y el Vitaux, debido a sus movimientos geológicos permanentes. En el Chenque se ha detectado un “hundimiento y socavamiento”. Existe una rajadura detrás del sector del camino Roque González, que está hace mucho tiempo, y no registra cambios.

En lo que respecta puntualmente a la actividad sísmica del Chenque; la cual continúa en movimiento según el licenciado en Geología, Néstor Hirtz, hay incertidumbre porque los estudios revelan que distintos factores internos movilizan las capas del cerro pero no hay precisiones como para declarar un estado de alerta. El geólogo que realizó un proyecto sobre el tema afirmó que hoy el peligro está latente en la zona costera.

El proceso producido entre el 29 de marzo y 7 de abril, provocado por intensas lluvias (alrededor de 400 mm) fue como consecuencia de flujo rápido, fuerte velocidad, perceptible, catastrófico, que origina sectores de profunda erosión y depósitos extenso en su lóbulo terminal.

La corriente de tierra (Earth flow) se da en momentos de intensas precipitaciones en corto tiempo, donde el suelo se carga con agua, hasta llegar a saturarse, lo que confiere un peso adicional importante; cuando la zona afectada está en una pendiente, originando un despegue del material superficial, que se mueve como un ‘manto’ sobre los sedimentos o roca de base, dejando una cicatriz en las cabeceras del movimiento.



### *Inundaciones*

Dentro del área correspondiente al ejido urbano de la ciudad, existen dos formaciones compuestas por rocas sedimentarias: la Formación Sarmiento (Eoceno-Oligoceno) y la Formación Patagonia de edad Oligocena, redefinida posteriormente como Formación. Chenque.

La Formación Sarmiento, de origen continental está compuesta por tobas de fina granulometría, de colores blanquecinos amarillentos y grises.

La Formación Patagonia suprayace la anterior a partir de una superficie de erosión. Es de origen marino, se compone en el ámbito cartado de dos secuencias, una inferior predominantemente arcillosa, profusamente diaclasada y una superior de carácter más arenoso. Ambas culminan con bancos de areniscas calcáreas con matriz pelítica rematados por bancos fosilíferos. Es la unidad más desarrollada, aflorando o permaneciendo en forma subaflorante en zonas sobreelevadas, taludes y lomadas. En el sector norte se preserva solo en forma de relictos en las mayores elevaciones.

Ambas formaciones descritas presentan estratificación subhorizontal con una suave inclinación regional hacia el sureste del orden de 1,5 grados. Debido a ello, la Formación Sarmiento, más antigua, aflora desde la base del C°. Chenque, sobre la costa, desarrollando dos geoformas características en su ascenso hacia el NNW; el paisaje de "bad lands" en lomadas, faldeos y bordes de cañadones, y barrancos asociados a restingas sobre la franja costera.

Podemos diferenciar dos grupos:

- 1) depósitos psefíticos: Generados a partir del redepósito de los "rodados patagónicos" conformando superficies de pedimentación y niveles terrazados. Compuestos básicamente de clastos predominantemente vulcaníticos, de tamaño medio a grueso, mátrix arenosa, con variado grado de madurez textural.
- 2) depósitos psamopelíticos: Comprende a los sedimentos finos recientemente depositados, de origen coluvial, aluvial, eólico y fluvioeólico, compuestos esencialmente por limos, limos arcillosos y arenas finas.

La geomorfología de Comodoro Rivadavia se encuentra caracterizada por la existencia de cañadones y valles de orientación dominante Este - Oeste, labrados principalmente por la acción hídrica de las aguas que descienden de un área mesetiforme de gran extensión y cota promedio de 700 m.s.n.m. La Pampa de Salamanca se encuentra al Norte, la Pampa del Castillo al Oeste y la Meseta Espinosa al Sur.

Estos cañadones estrechos se amplían a medida que descienden de la planicie hacia el mar alcanzando en algunos casos las dimensiones de valles de 1 a 3 km. De ancho en proximidad a la franja costera. A la salida de los mismos se ha ubicado parte de la urbanización, como ocurre al sur con los cañadones del Arroyo La Mata, de la Piedra Azul y de las Quintas. En el sector central, los barrios Saavedra y Gral. Mosconi se emplazan sobre el Cañadón del “Valle B” y Laprida, Güemes y Presidente Ortiz en el Cañadón del “Valle C”. En el flanco norte de la prolongación del Cañadón de Diadema, sobre la terraza del aeropuerto, se desarrollaron los barrios Ciudadela, Próspero Palazzo, Bon Bosco y Restinga Alí.

El casco céntrico de la ciudad y barrios periféricos se desarrolló sobre el faldeo sur del Cerro Chenque de 213 m de altitud y eje elongado en dirección E-W.

Sobre las pendientes medias y bajas de los faldeos de los cerros se han desarrollado depósitos de coluvio a partir de la meteorización de las facies arcillosas de la F. Patagonia, fácilmente degradables por intemperismo. Asimismo, debido a su alterabilidad, los depósitos tobáceos de la F. Sarmiento que afloran en la mitad superior del área han desarrollado paisajes de “bad lands” sobre las pendientes de faldeos de menor elevación.

Limitando los cañadones se alzan cerros y lomadas parcialmente preservados de la acción erosiva de la meseta, aunque sensiblemente disminuidos en altura, que en promedio oscilan entre 200 y 300 m.s.n.m. La orientación E-W del eje de las serranías genera una desconexión entre los valles (y consecuentemente en la urbanización), solo superada en una estrecha franja costera.

Sobre la costa se desarrolla un frente acantilado activo como consecuencia de la erosión marina, que se eleva desde pocos metros hasta aproximadamente 50 m.s.n.m. en sectores específicos.

Como queda descripto, el aspecto geomorfológico representa el principal condicionante para el desarrollo de la urbanización y es por tal motivo que las unidades de caracterización geohidrológica se han ligado estrechamente a las geoformas dominantes. (Hirtz, 1998).

### ***Peligrosidad antrópica resultado de la actividad petrolera***

El recurso petróleo resulta ser el tema dominante irrefutablemente, ya que como se ha mencionado, es la principal actividad en torno a la ciudad y a su producción a lo largo de su historia. Este recurso no solo ha dominado el ámbito económico, sino que

además ha configurado su entorno social, cultural y natural. En el escenario actual, el entorno a este recurso y su explotación generan una compleja trama de peligrosidad antrópica.

Las variables para analizar este fenómeno son:

- ✓ Grandes depósitos de combustible
- ✓ Estaciones de servicio

### **Criterios y valoración de fenómenos de inestabilidad**

Las variables para analizar y ponderar la peligrosidad se reclasificaron según el siguiente detalle:

Valor	Geología
1	DEPOSITOS DE CORDONES
2	DEPOSITOS DE PLAYAS ACTUALES
3	FORMACION SANTA CRUZ
4	FORMACION CHENQUE
5	ALUVIO COLUVIO CONTINENTAL
6	DEPOSITOS ALUVIALES COLUVIALES INDIFERENCIADOS
7	FORMACION SARMIENTO
8	PLAYA DE GRAVAS
9	DEPOSITOS ATERRAZADOS DE PAMPA DEL CASTILLO

Valor	Geomorfología
1	PENDIENTE MEDIA A BAJA CUBIERTA CON COLUVIO
2	TERRAZA FLUVIAL Y RELICTO DE TERRAZA
3	AREAS BAJAS CON RELIEVE IRREGULAR
4	ABANICO ALUVIAL
5	FONDO DE VALLE
6	PLANICIE ESTRUCTURAL
7	AREAS SOBREELEVADAS, PLANAS U ONDULADAS
8	LOMADAS BAJAS CON PENDIENTE ELEVADA
9	TALUD ESCARPADO, SOBREELEVADO
10	BADLANDS SOBRE PENDIENTES BAJAS
11	RESTINGA
12	BADLANDS SOBRE PENDIENTES MODERADAS
13	CAUCE RECIENTE
14	DESLIZAMIENTO

15	PEDIMENTOS Y RELICTOS DE PEDIMENTOS
16	PLAYA DE GRAVA Y ARENA
17	AREAS SOBREELEVADAS, PLANAS U ONDULADAS

La geología y geomorfología de la ciudad y área circundante, sumado a las precipitaciones extraordinarias manifestadas en poco tiempo, generan los procesos de inundaciones y flujos de barro.

Valor	Pendiente
1	1-5 °
2	5-10°
3	10-15°
4	15-20°
5	20-25°
6	25-30°
7	30-35°
8	35-40°
9	40 a más de 65°

Valor	Suelo
1	ARENAS LIMO-ARCILLOSAS
2	GRAVAS CON FINOS
3	LIMOS ARCILLOSOS
4	ARENAS LIMOSAS
5	COQUINAS Y ARENISCAS
6	ARENISCAS Y ARCILLITAS
7	ARCILLITAS
8	TOBAS
9	GRAVAS Y ARENAS LIMPIAS
10	ABANICO ALUVIAL

En Comodoro Rivadavia los fenómenos de remoción en masa son de origen poligenético con las pendientes marginales de los niveles de terrazas estructurales. Son básicamente pendientes de degradación de las sedimentitas terciarias aflorantes en las escarpas, las cuales son resultados principalmente de la remoción en masa,

principalmente reptaje y deslizamientos planares y de la acción fluvial, básicamente rills, cárcavas y pequeños cañadones.

En los sectores más poblados generalmente ha sido el factor antrópico el que ha actuado como elemento disparador, como por ejemplo a través de la construcción de caminos que han producido sobreempinamiento de las pendientes como en el caso del Cerro Chenque, como por problemas de estabilidad de pendientes debidas a fenómenos de subsidencia asociados a la extracción petrolera.

En la ciudad es muy común la existencia de reptaje, aún con escasa pendiente y clima seco, debido a que la mayor parte de la ciudad está fundada sobre estratos o rellenos areno-arcillosos, tipo de arcilla bentonítico, muy expansible.

Valor	Escurrimiento en metros
1	100
2	100-200
3	200-300
4	300-400
5	400-500

La red de drenaje se encuentra conformada por escasos cauces de arroyos temporarios de pequeña magnitud que permanecen secos la mayor parte del año, transportando las aguas colectadas en los cañadones del oeste solo durante las lluvias esporádicas. A las aguas de circulación superficial provenientes de los cañadones del oeste se les suman las de escurrimiento local que fluyen de las zonas altas. Este flujo descarga sobre sectores planos o de salida de cañadones principales donde se registran anegamientos o erosión hídrica localizada.

El drenaje es en general desencauzado, y la red hidrográfica se encuentra poco integrada. Su diseño es de carácter predominantemente dendrítico. Los arroyos son temporarios, a excepción de los correspondientes a los cañadones La Mata y Escalante, que presentan un flujo continuo de escaso caudal producto del aporte de aguas derivadas de la actividad petrolera.

Se identifican las áreas de influencia entre los 100 a 500 metros de cada uno de los cañadones y afluentes para ponderar la cercanía de la urbanización a cada uno de ellos.

Valor	Vegetación
1	VEGETACION ASOCIADA A PENDIENTES MODERADAS
2	CULTIVO DE ESPECIES FORESTALES
3	ESTEPA DE ALTURA
4	VEGETACION ASOCIADA A BADLANDS
5	VEGETACION ASOCIADA A PENDIENTES ABRUPTAS
6	ELIMINACION DE VEGETACION NATIVA POR URBANIZACION
7	VEGETACION ASOCIADA A SUSTRATO DE GRAVAS
8	HALOFITAS Y MATORRALES AISLADOS
9	VEGETACION ASOCIADA A CAÑADONES

La ausencia de vegetación natural aumenta los procesos de flujos de barro frente a precipitaciones intensas en un corto período de tiempo.

Valor	Viento superior a 120 km/h
1	2 - 3
2	3 - 5
3	5 - 6
4	6 - 8
5	8 - 12

El viento es casi una constante durante todo el año, con dirección oeste-este, se presenta con diferentes intensidades, muchas veces con ráfagas que superan los 120 km/h, y condicionan muchos aspectos de la actividad cotidiana. En la ciudad, la circulación del viento está ligada a la cobertura urbana. La forma, altura y disposición de las construcciones, la presencia o ausencia de grupos forestales, inciden en la circulación del aire. La peligrosidad se modela a partir del criterio de intensidad superior a 120 km/h aplicando el método de interpolación numérica.

Valor	Dinámica costera
1	10
2	10-50
3	50-100
4	100-150
5	150-200

Las marejadas se agravan por pleamares de gran amplitud y suelen asociarse a estos fenómenos naturales, las precipitaciones, las que son más intensas y persistentes al coincidir con vientos de dirección sudeste. (Gómez, 2003). El valor asignado

corresponde a un área entre 10 y 200 metros, con un rango de peligrosidad mayor cuando se encuentra en una superficie cerca de la línea de costa.

Valor	Combustible en metros
1	50
2	50 - 100
3	100 - 150

Los mapas temáticos de amenazas por reclasificación quedan representados de la siguiente manera: (Figuras 20 a 28)

### Resultados sobre la estimación de amenaza o peligrosidad

Las áreas clasificadas en cuantiles, definidas en cinco intervalos de clase, con los límites que se indican a continuación:

PELIGRO	ZONAS	CARACTERÍSTICAS
	<b>Muy alto</b>	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Sectores amenazados por flujos repentinos de piedra y lodo. Sectores amenazados por erosión resultado de tormentas costeras.
	<b>Alto</b>	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Deslizamientos y erosión costera
	<b>Medio</b>	Suelo de calidad intermedia, inundaciones muy esporádicas.
	<b>Bajo</b>	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compactado y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos.
	<b>Muy bajo</b>	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compactado y seco, con alta capacidad portante.

Cuadro 3: Descripción y valoración de las zonas de estimación de amenaza o peligrosidad

Fuente: AGUILAR, Ana. Gestión del Riesgo de Desastres Para la planificación del desarrollo local. 2009.

El mapa obtenido por superposición ponderada sobre amenaza o peligrosidad indica que los barrios más comprometidos por causas naturales y/o antrópicos son en la zona norte, barrios Laprida, General Mosconi, Caleta Córdova y Standard. Mientras que en la zona sur, los barrios Máximo Abásolo, Juan XXIII, 30 de Octubre, Isidro Quiroga son los que presentan áreas de alto peligro. (Figura 28)

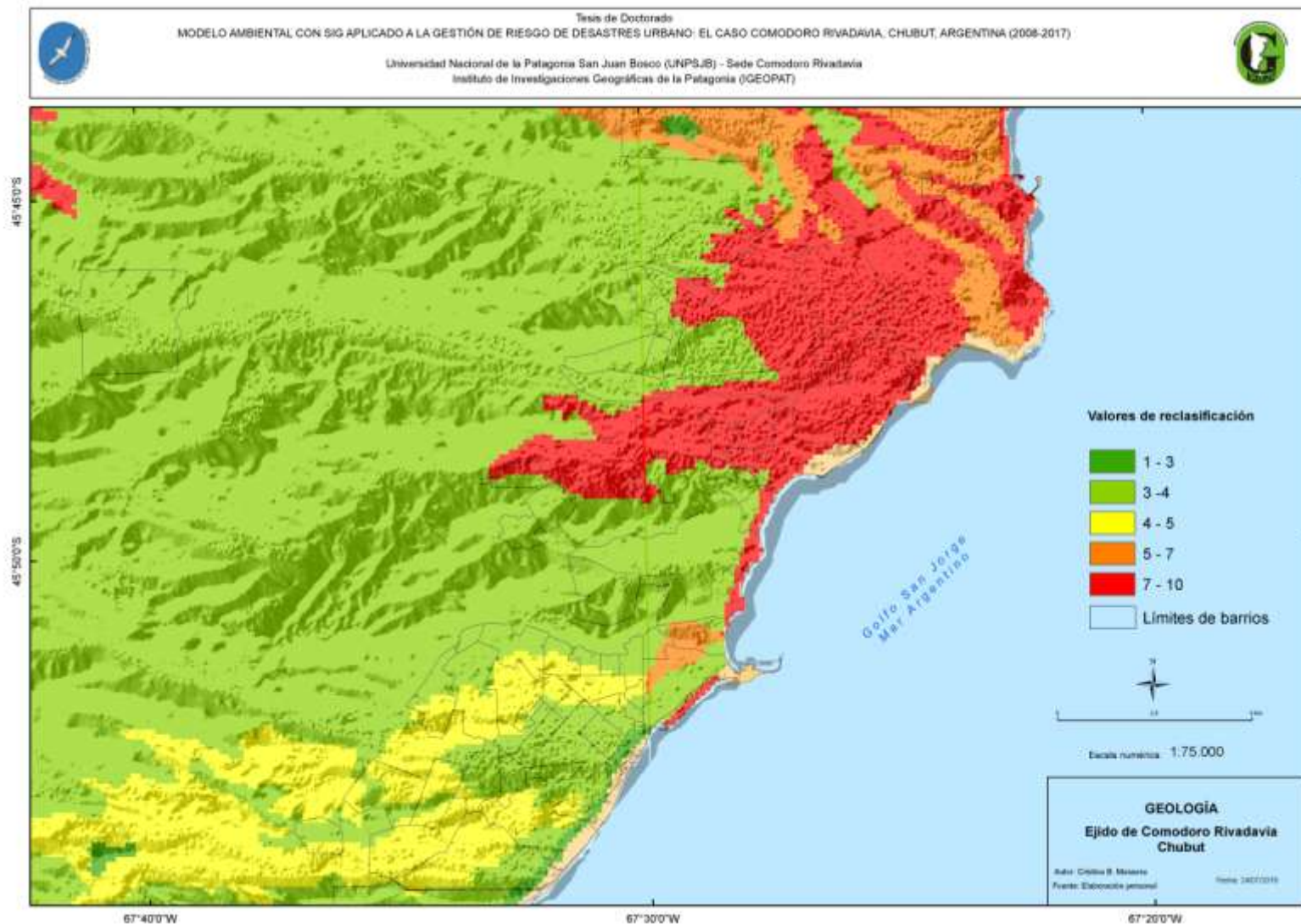


Figura 20: Dentro del área existen dos formaciones compuestas por rocas sedimentarias: la Formación Sarmiento y la Formación. Chenque donde se producen movimientos geológicos permanentes. Fuente: Elaboración personal basado en Carta Geoambiental.



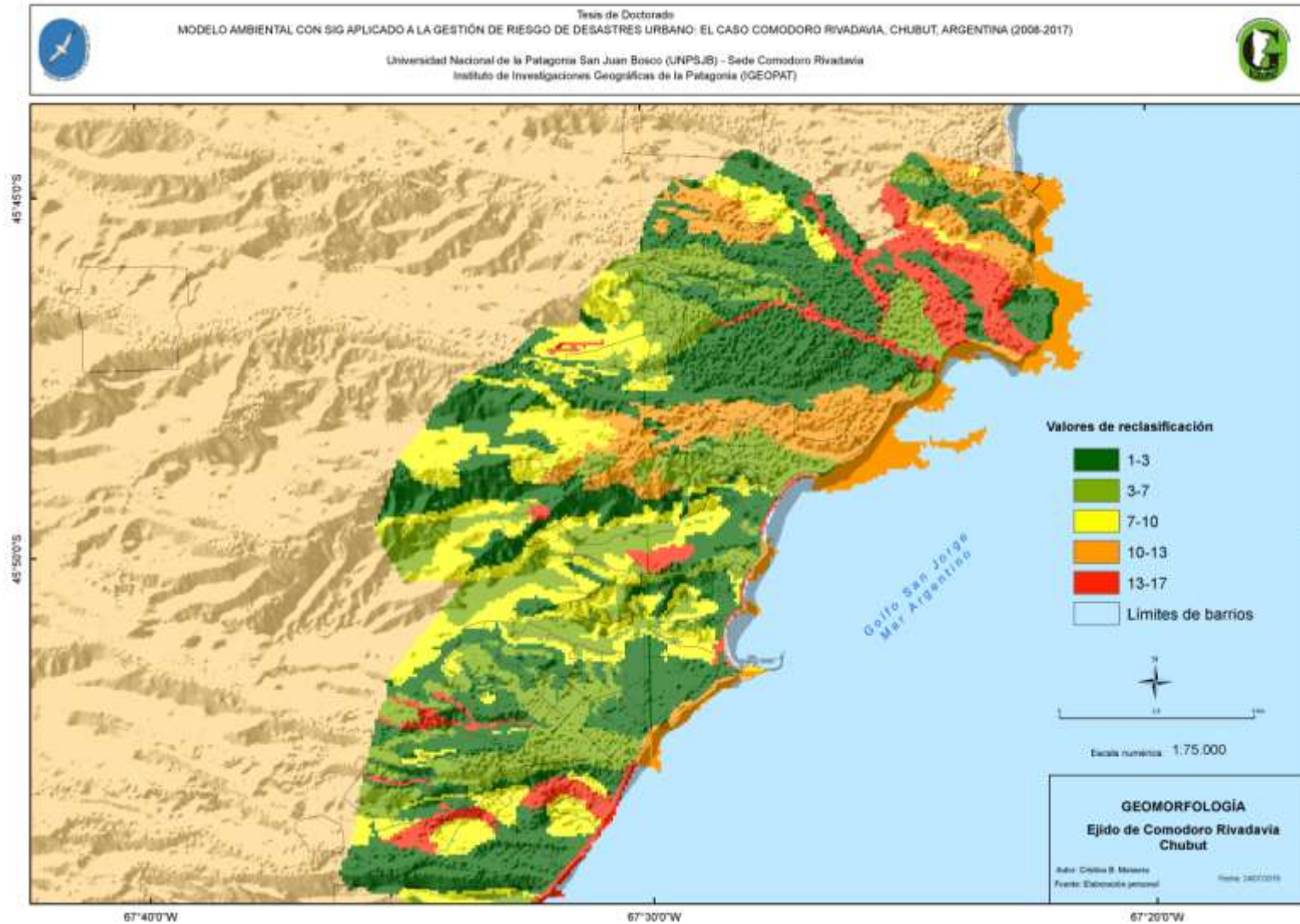


Figura 21: La geomorfología se caracteriza por la existencia de cañadones y valles, en su mayoría urbanizados.  
 Fuente: Elaboración personal basado en Carta Geoambiental.

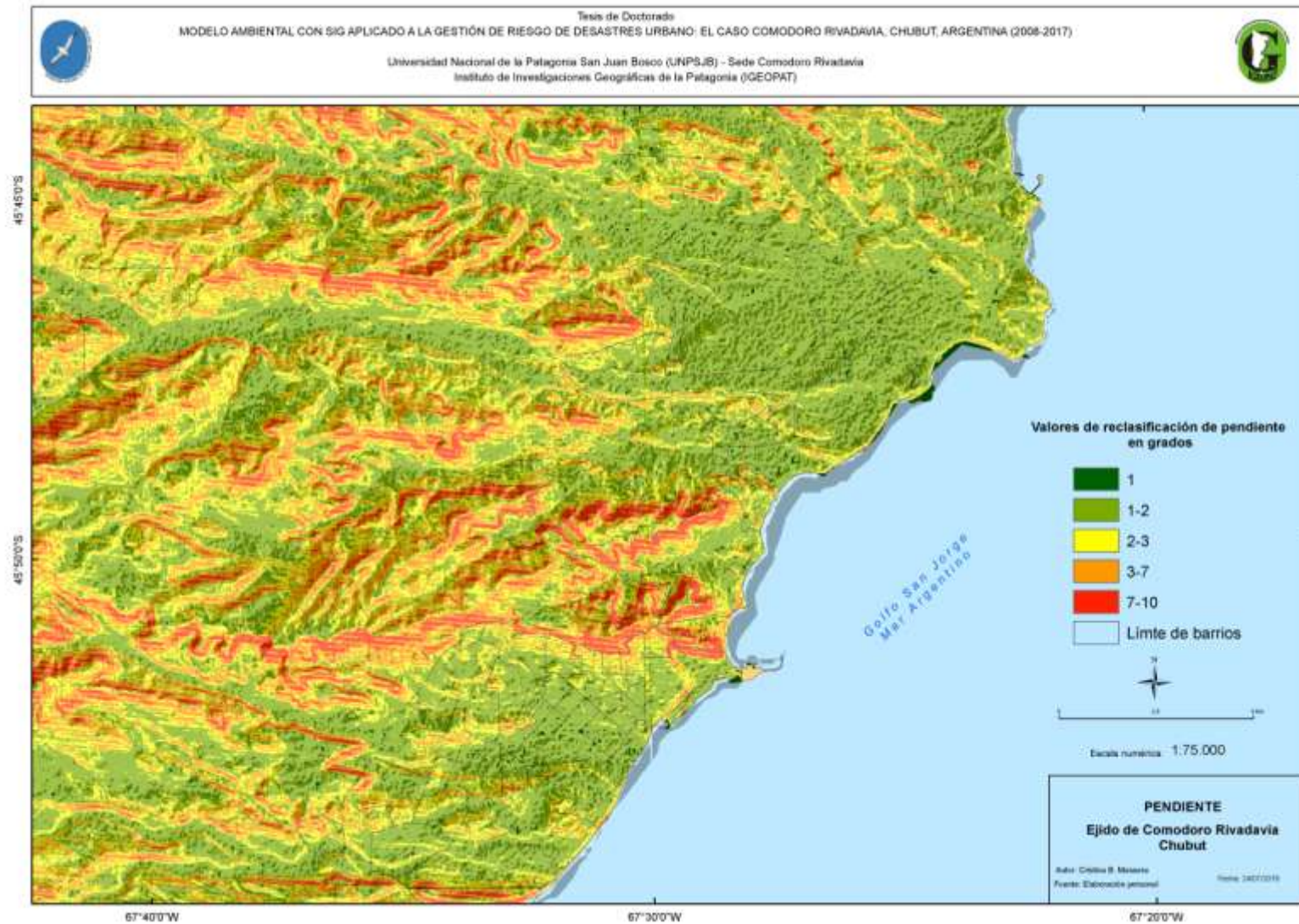


Figura 22: Las pendientes medias y abruptas son importantes en gran parte de la estructura urbana.  
 Fuente: Elaboración personal a partir de MDE-AR IGN.

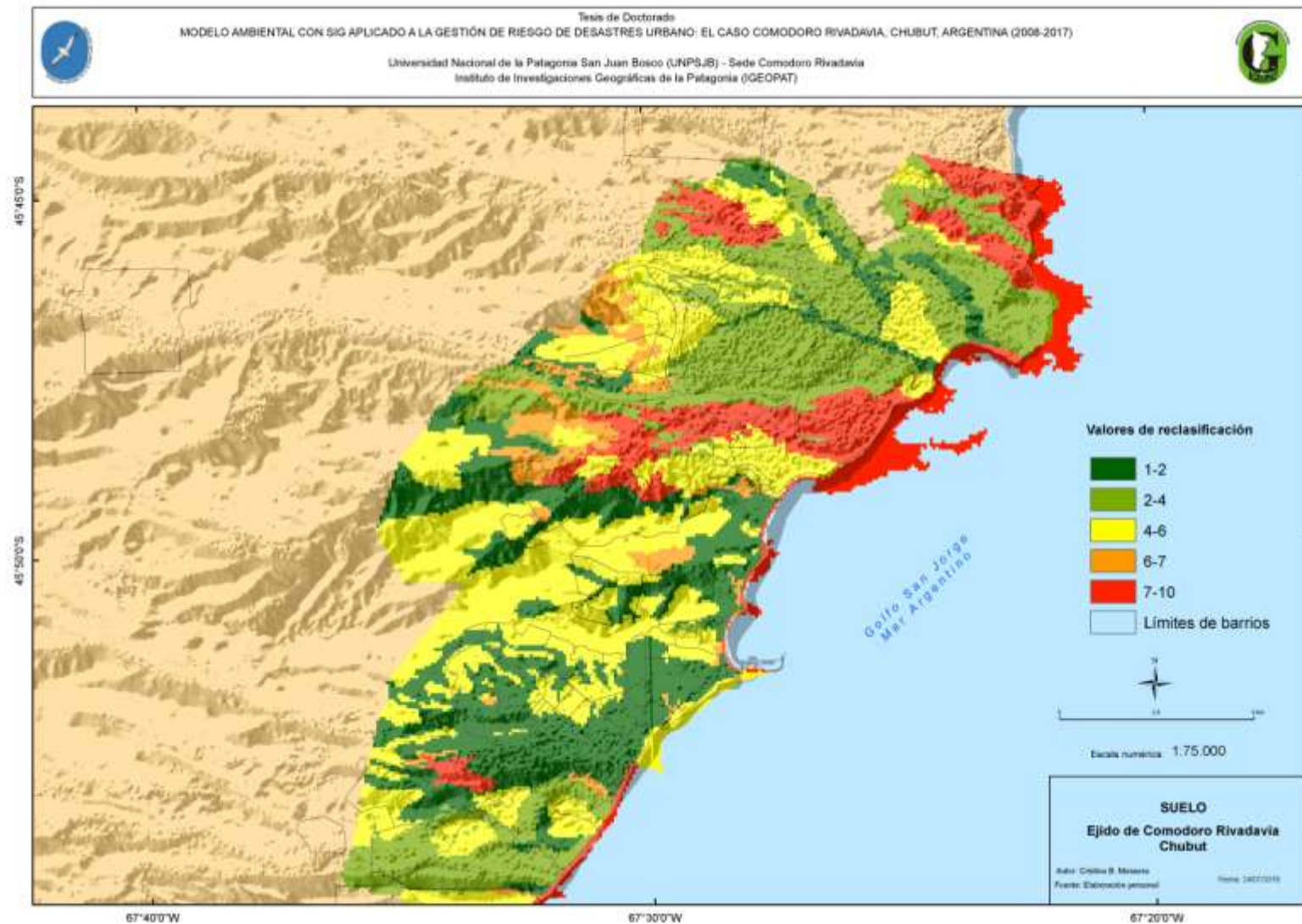


Figura 23: La mayor parte de la ciudad está fundada sobre estratos de rellenos areno-arcillosos muy expansible.  
 Fuente: Elaboración personal basado en Carta Geoambiental.

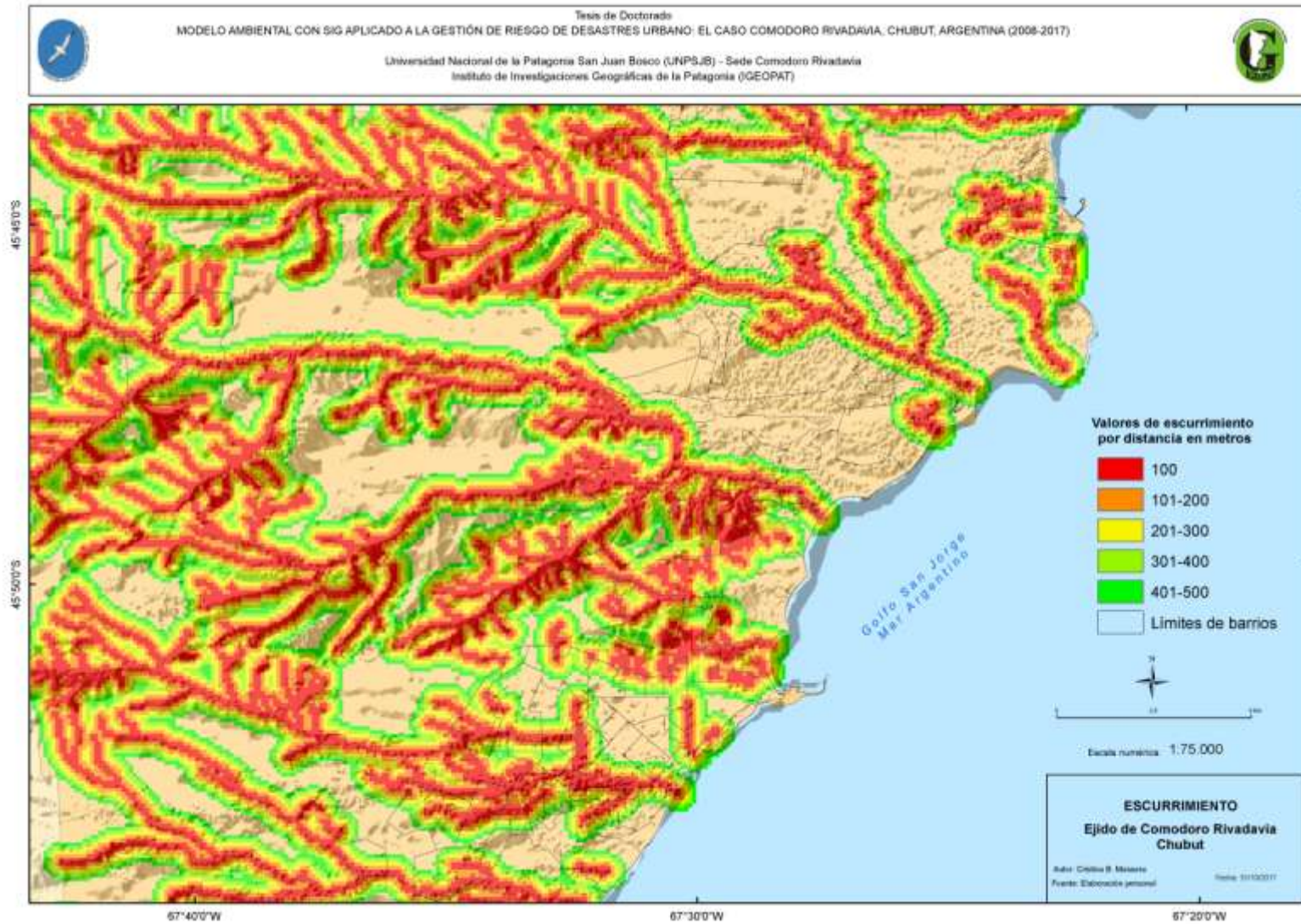


Figura 24: La red de drenaje se conforma por escasos cauces de arroyos temporarios, desencauzados y poco integrados.  
 Fuente: Elaboración personal.

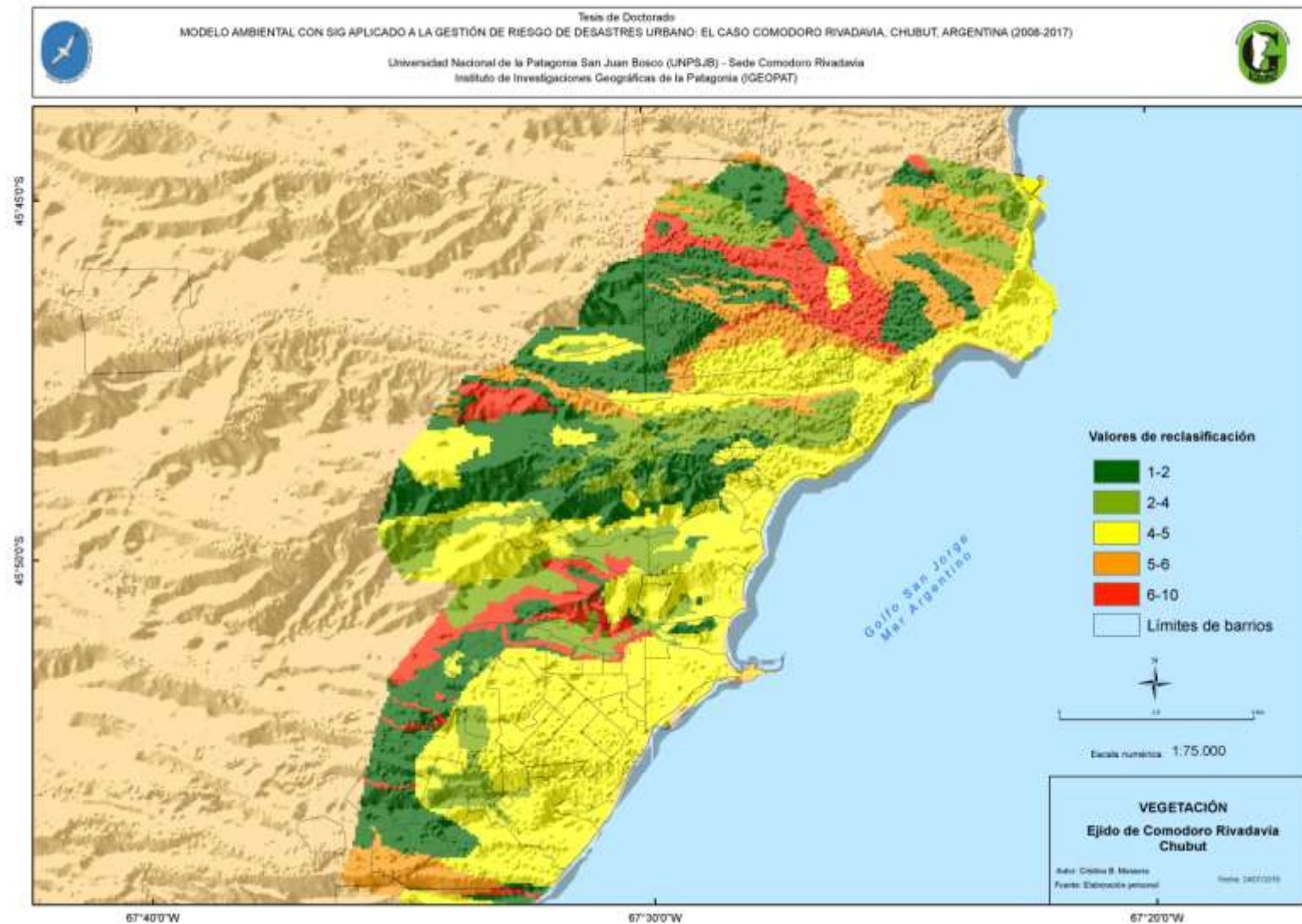


Figura 25: La ausencia de vegetación natural aumenta los procesos de flujos de barro frente a precipitaciones intensas.  
 Fuente: Elaboración personal basado en Carta Geoambiental.

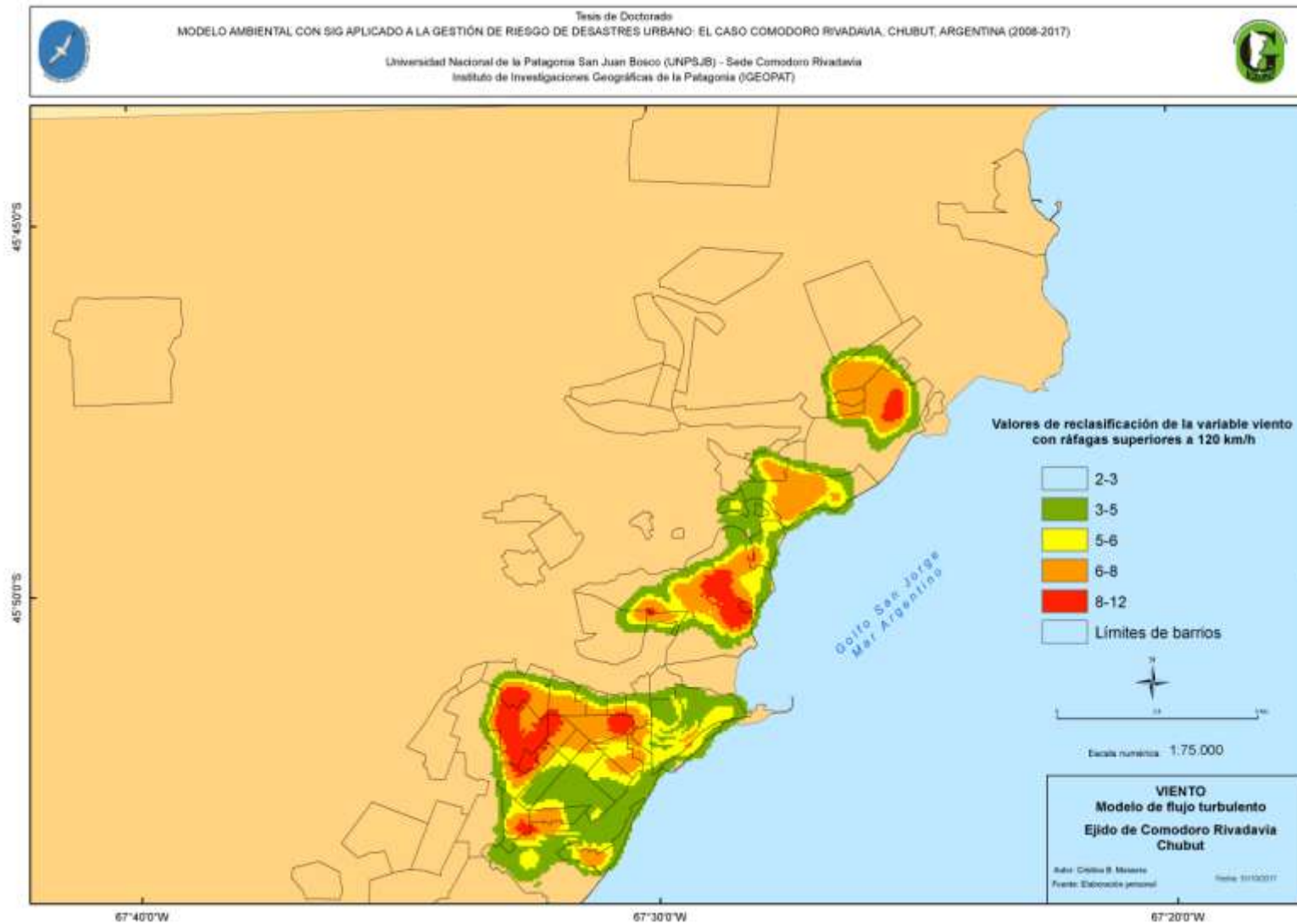


Figura 26: Intensidad del viento por interpolación numérica.  
 Fuente: Elaboración personal.

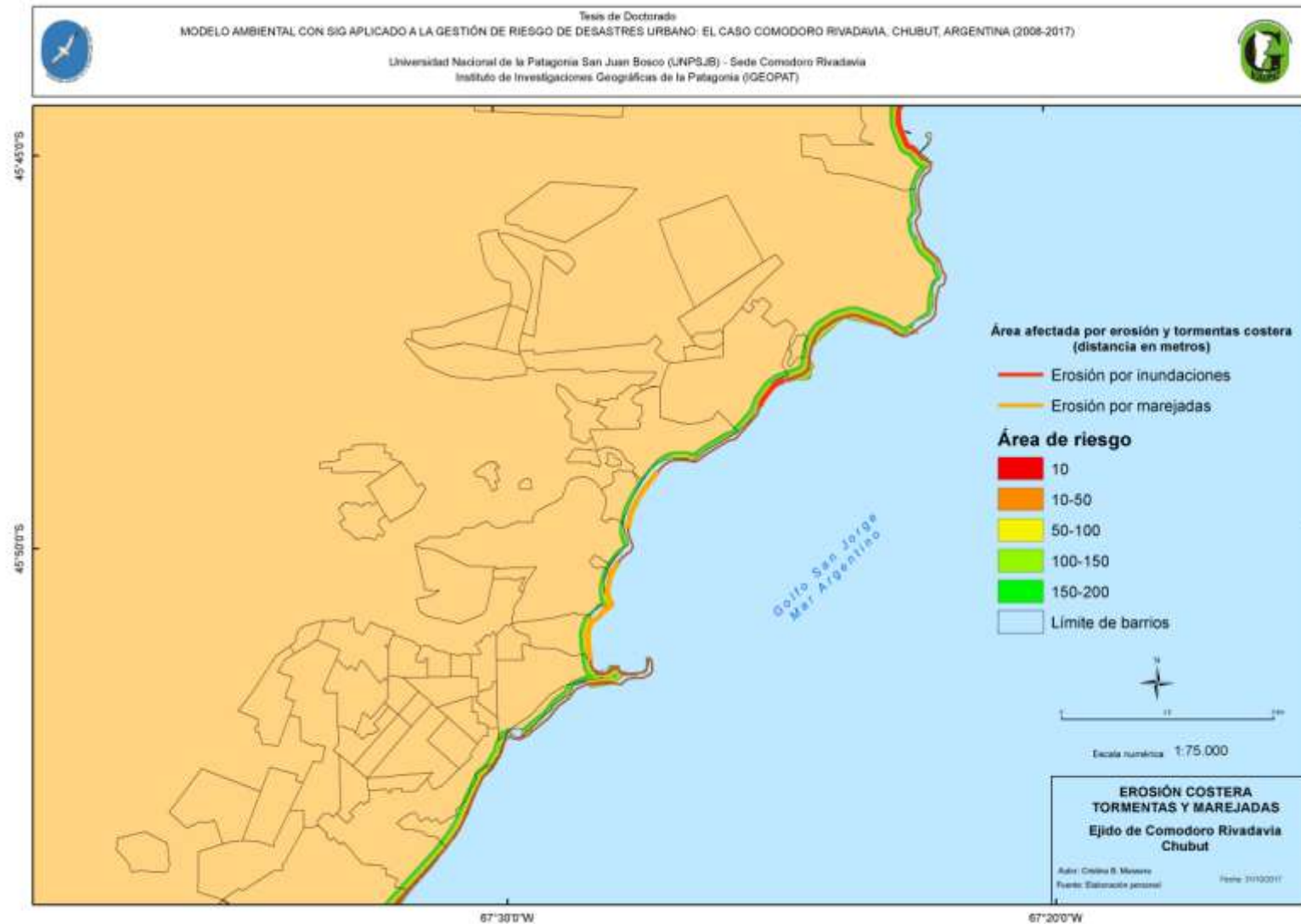


Figura 27: La costa presenta alternancia de áreas elevadas o puntas con acantilados y plataformas de abrasión con playas bajas.  
 Fuente: Elaboración personal.

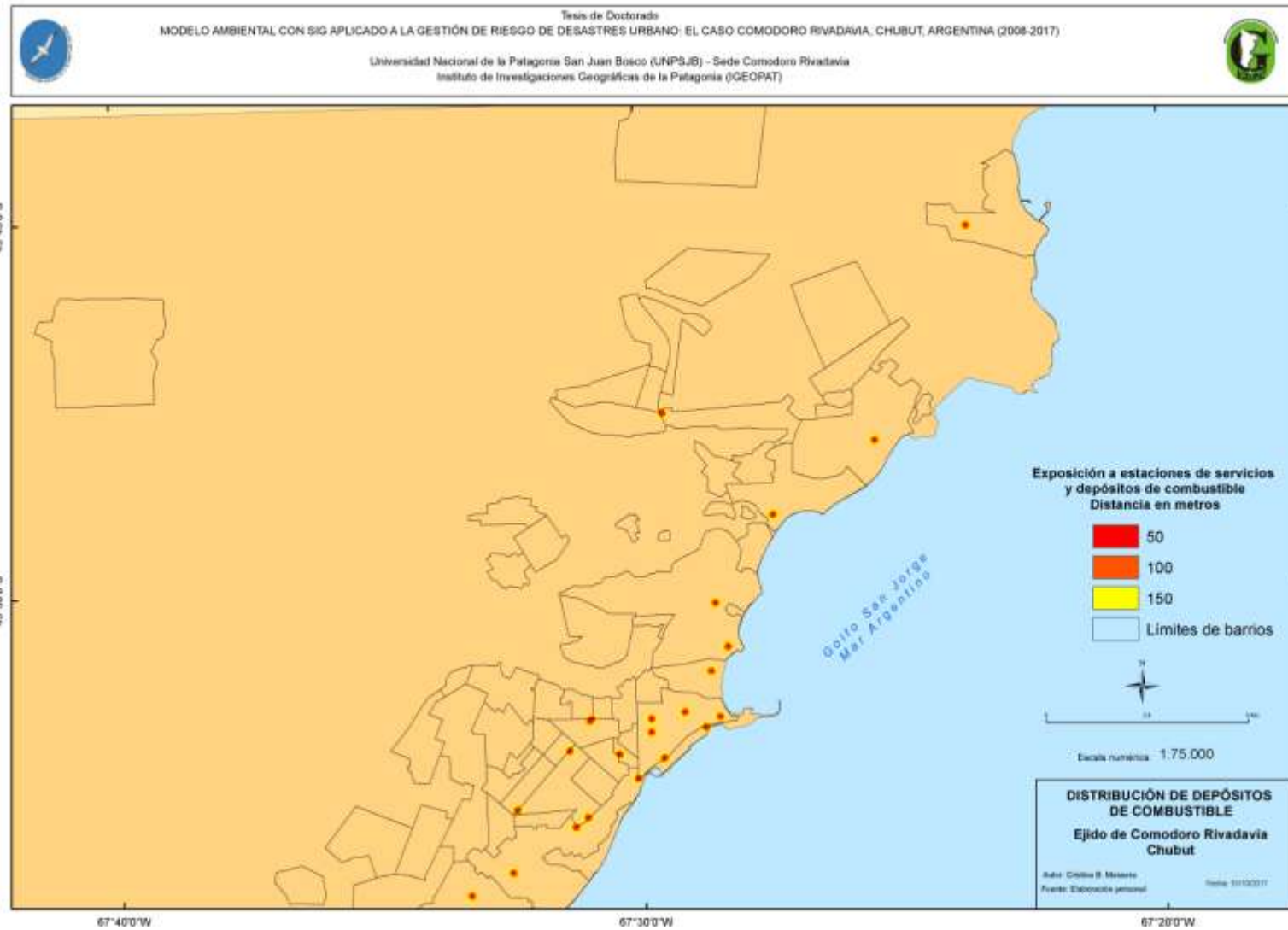


Figura 28: Amenaza antrópica por presencia de grandes depósitos de combustible.  
Fuente: Elaboración personal.



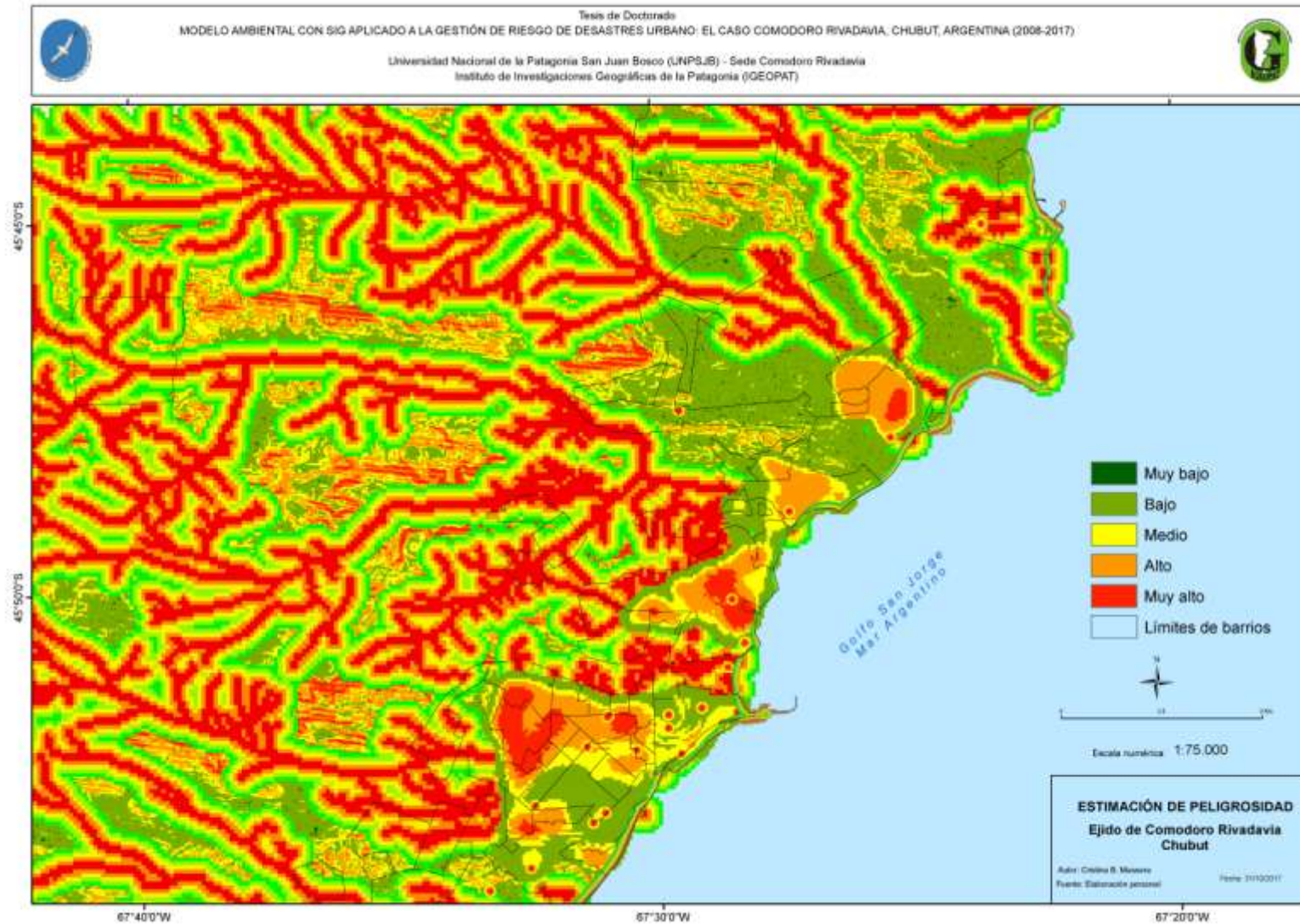


Figura 29: Mapa de amenaza o peligrosidad por causas naturales y antrópicas.  
Fuente: Elaboración personal.

### **Vulnerabilidad**

La decisión de aplicar el método de clasificación multivariada mediante indicadores de vulnerabilidad permite la consideración de soluciones alternativas para mitigar el riesgo.

En el caso de reconocer en territorio las áreas vulnerables surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo quedaría dividida el área de estudio (Comodoro Rivadavia) a partir de la definición de áreas vulnerables en relación al comportamiento de un conjunto de variables?
- ¿Cuántas áreas resultan ser las vulnerables?

### **Clasificación multivariada**

La clasificación para el análisis socio-espacial cuantitativo se resuelve con el uso de la matriz de datos geográfica. La clasificación es un procedimiento científico mediante el cual se busca ordenar los elementos que constituyen el objeto de estudio y donde se apunta constantemente a captar la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre. Es un procedimiento que permite agrupar entidades en clases que se definen a partir de sus semejanzas en el comportamiento conjunto de los atributos (Buzai, 2006).

En procesos clasificatorios se trabaja con datos estandarizados y se considera únicamente su estructura como MDZ, es decir aquella organización de datos que a través de las columnas permite la realización de mapas comparables a partir de haber normalizado las distribuciones numéricas con idénticos promedios ( $\mu=0$ ) y desvío estándar ( $\sigma=1$ ).

La estandarización de los datos espaciales se lleva a cabo mediante la fórmula de puntaje z:

$$z = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

Siendo:

$$\mu = \frac{\sum x}{n}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x - \mu)^2}}{n}$$

Cada dato original ( $x$ ) se transforma en un valor estandarizado ( $z$ ) al restarlo a la media de la variable ( $\mu$ ) y dividirlo por el desvío estándar ( $\sigma$ ). Con este procedimiento los resultados se distribuirán en puntajes positivos y negativos respecto de  $\mu=0$ , siendo  $\sigma=1$ .

Los datos<sup>15</sup> que se incluyen en cada variable deben ser ordenados de forma descendente y a partir de allí definir los intervalos de clase que serán aplicados en todos los mapas por igual.

El número de intervalos de clase es el marco en el cual serán asignadas las unidades espaciales a ser mapeadas, siendo que la cantidad de intervalos puede ser considerada una función de la totalidad de datos que contiene la variable. La fórmula  $k$  de Sturges puede ser empleada para calcular un número recomendable de intervalos cuando el investigador no parte de hipótesis previas, o puede ser empleada con la finalidad de brindar una orientación acerca de cuál sería el número máximo de intervalos que podrían llegar a ser considerados.

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

El total de intervalo ( $k$ ) surge de obtener el logaritmo de la cantidad de datos que contiene la variable ( $n$ ), multiplicarlo por 3,3 y sumarlo a 1.

Consideramos cinco intervalos de clase con una amplitud de un desvío estándar ( $\sigma$ ) para cada uno de ellos.

Esta clasificación posee la ventaja de pensar el promedio de las variables ( $z=0$ ) en el centro de la categoría media y luego llega hasta los extremos de la distribución en  $1,5 \sigma$  como último límite para cada extremo. En todos los casos estos intervalos pueden ser asimilados a categorías denominadas: *muy alto*, *alto*, *medio*, *bajo* y *muy bajo* con una ocurrencia esperada en una distribución normal (en porcentaje de unidades espaciales).

CLASIFICACIÓN EN 5 INTERVALOS DE CLASE	
Intervalos de clase	Categorías
$> 1,5 \sigma$	<i>Muy alto</i>
$0,5 \sigma$ a $1,5 \sigma$	<i>Alto</i>
$- 0,5 \sigma$ a $0,5 \sigma$	<i>Medio</i>
$- 1,5 \sigma$ a $- 0,5 \sigma$	<i>Bajo</i>
$< - 1,5 \sigma$	<i>Muy bajo</i>

<sup>15</sup> Datos procesados con el software Redatam+SP disponible en el subsitio RedatamWeb del CELADE (<http://www.eclac.cl/celade/redatam>)

Se presentan a continuación los mapas temáticos surgidos de la totalidad de variables consignadas en la matriz de datos realizados a partir de las columnas de la matriz de datos estandarizados.

### Determinación de las variables

La selección se estableció teniendo en cuenta la información socio demográfica que indica el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010)<sup>16</sup> en Argentina tomando como unidad espacial el radio censal en la localidad de Comodoro Rivadavia.

Las variables seleccionadas se indican a continuación:

	Variable	Descripción
PERSONAS	EDAD_1	Grupo de edad de 0 a 14 años
	EDAD_2	Grupo de edad de 15 a 64 años
	EDAD_3	Grupo de edad mayor a 65 años
	P_08	Condición asistencia escolar (NO asistió)
	P_07	No sabe leer/escribir
HOGARES	NBI	Alguna NBI
	H09	Procedencia de agua para beber (agua de Pozo)
VIVIENDAS	INCONS	Insuficiente calidad en construcción
	INSERV	Insuficiente calidad a conexiones
	INMAT	Insuficiente calidad de materiales
	TOT_HOG	Más de dos hogares por vivienda

Se aplica la fórmula de puntaje z en cada una de las variables y luego se obtienen los valores máximos y mínimos de cada variable considerando observando el resumen estadístico de las variables.

	Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo
PERSONAS	EDAD_1	2,32	8,9
	EDAD_2	1,17	1,78
	EDAD_3	0	9,99
	P_08	0	9,93
	P_07	0	9,48
HOGARES	NBI	0	9,94
	H09	0	8,4
VIVIENDAS	INCONS	0	9,92
	INSERV	0	9,88
	INMAT	0	9,05
	TOT_HOG	0	9,91

Con los valores obtenidos, se calcula el puntaje omega para cada variable

mediante la siguiente fórmula: 
$$\Omega = \left( \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right) \times 100$$

<sup>16</sup> Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010 (CNPHyV 2010)  
Disponible en <http://www.indec.gov.ar>

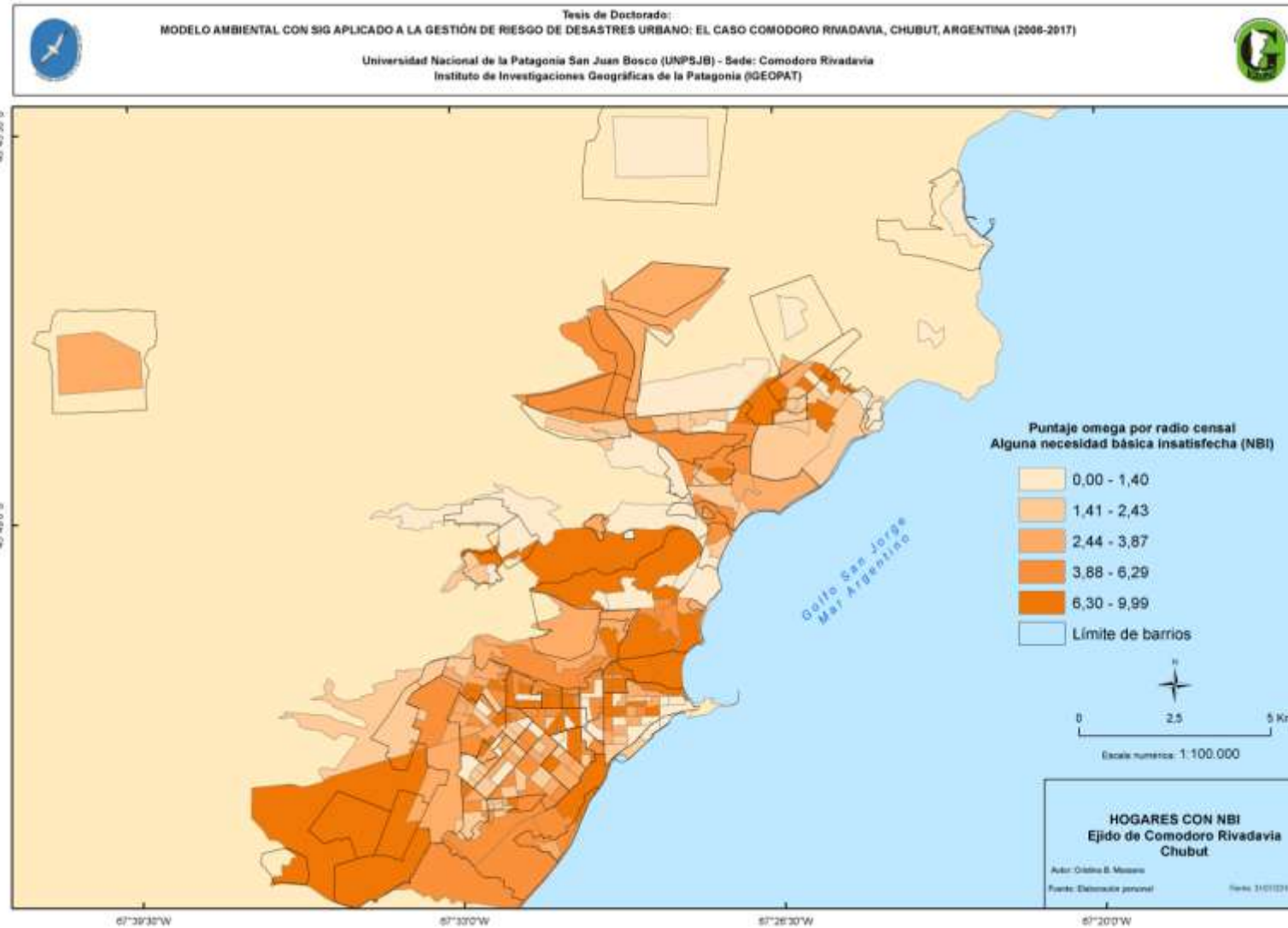


Figura 30: Hogares con alguna necesidad básica insatisfecha (NBI).  
 Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

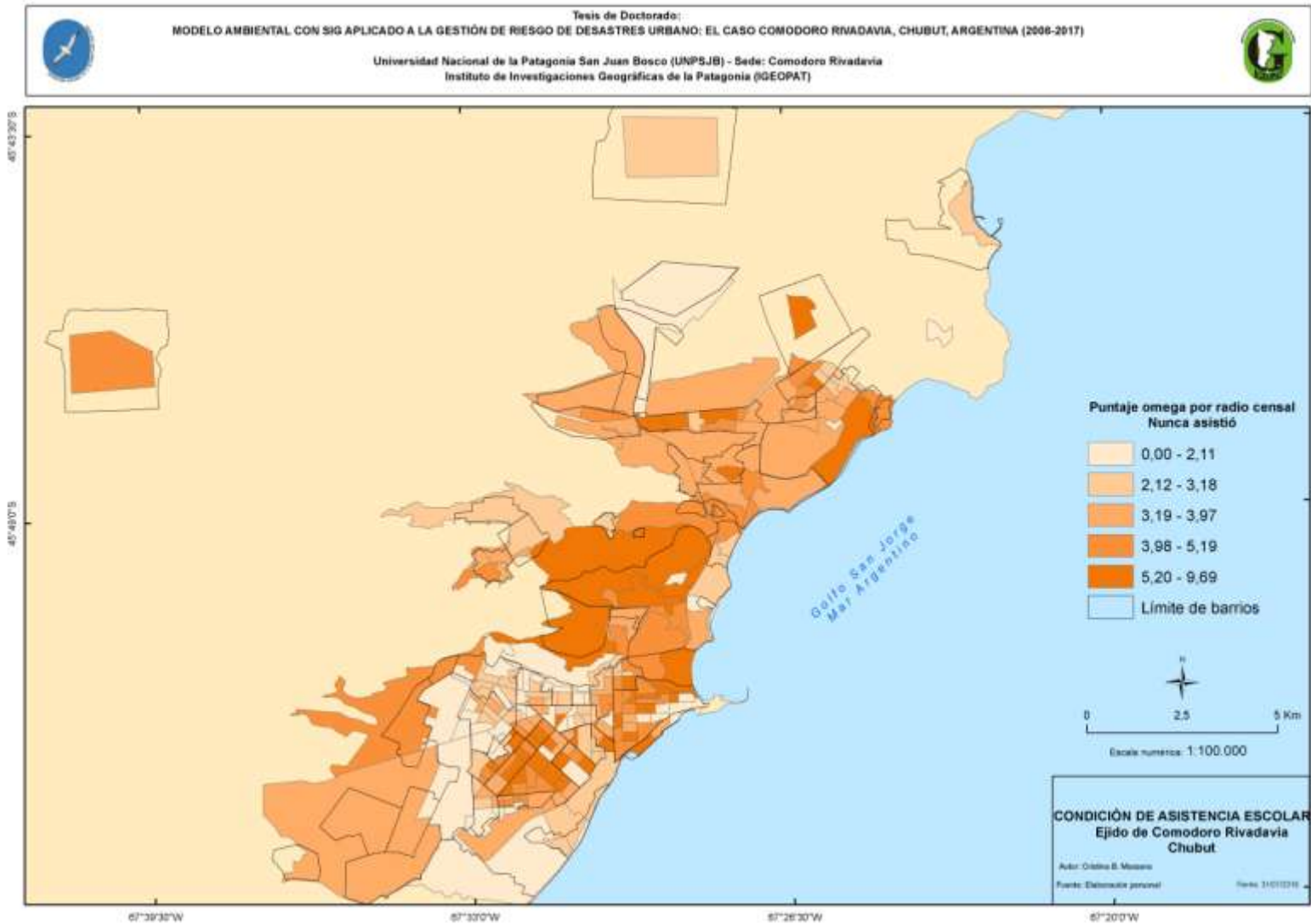


Figura 31: Personas con nula condición de asistencia escolar.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

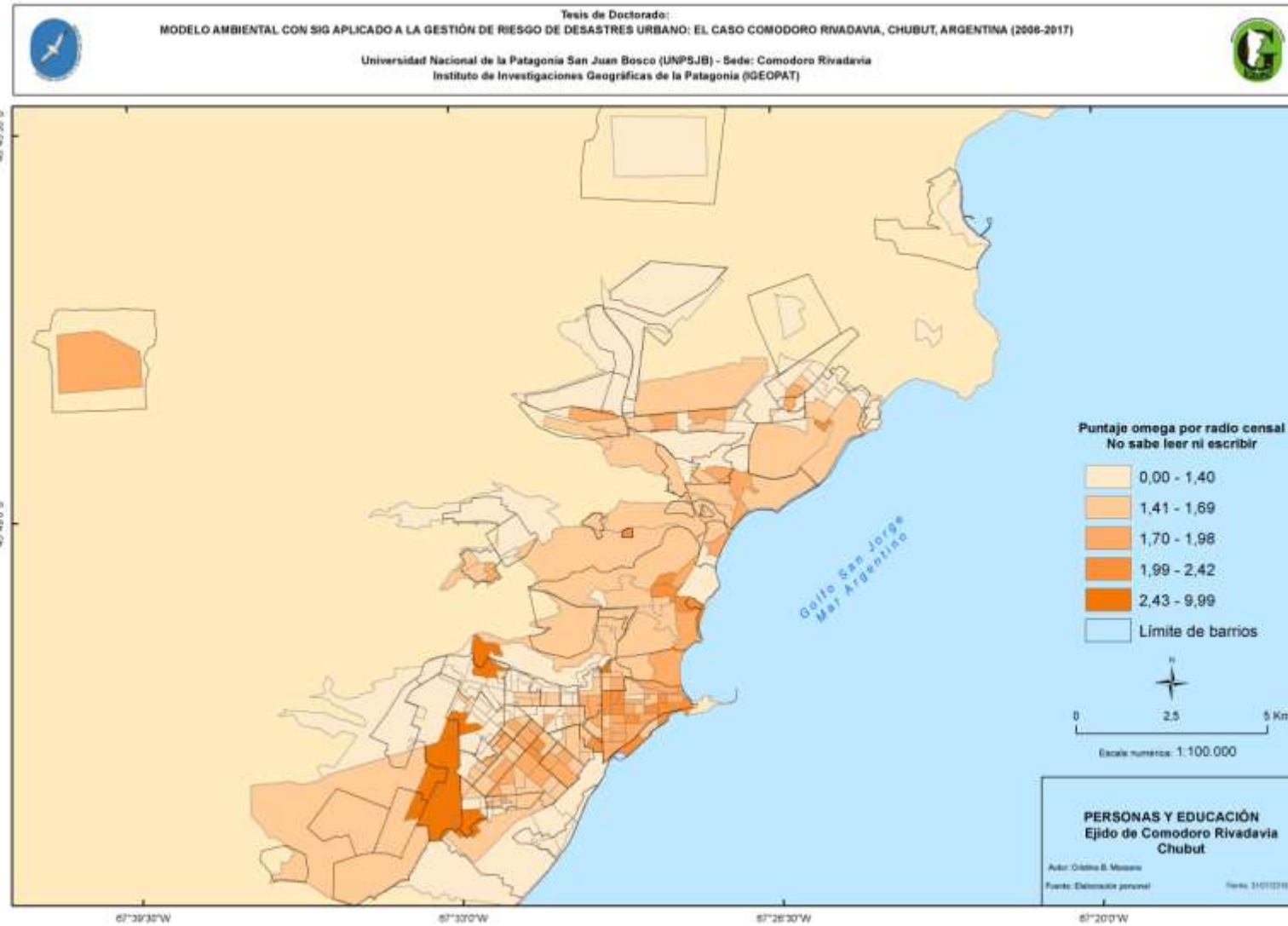


Figura 32: Personas que no saben leer ni escribir.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

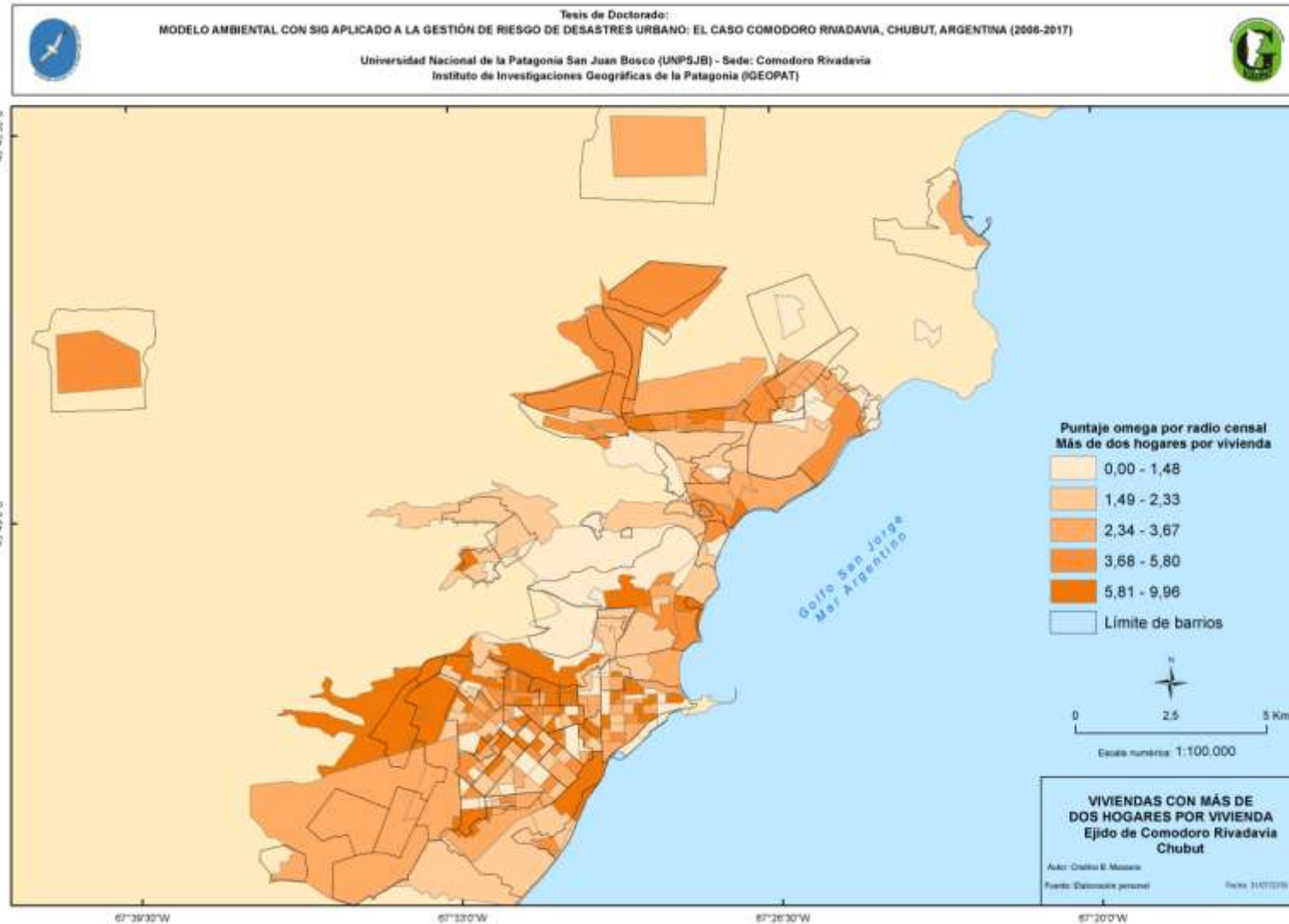


Figura 33: Más de dos hogares por vivienda.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.



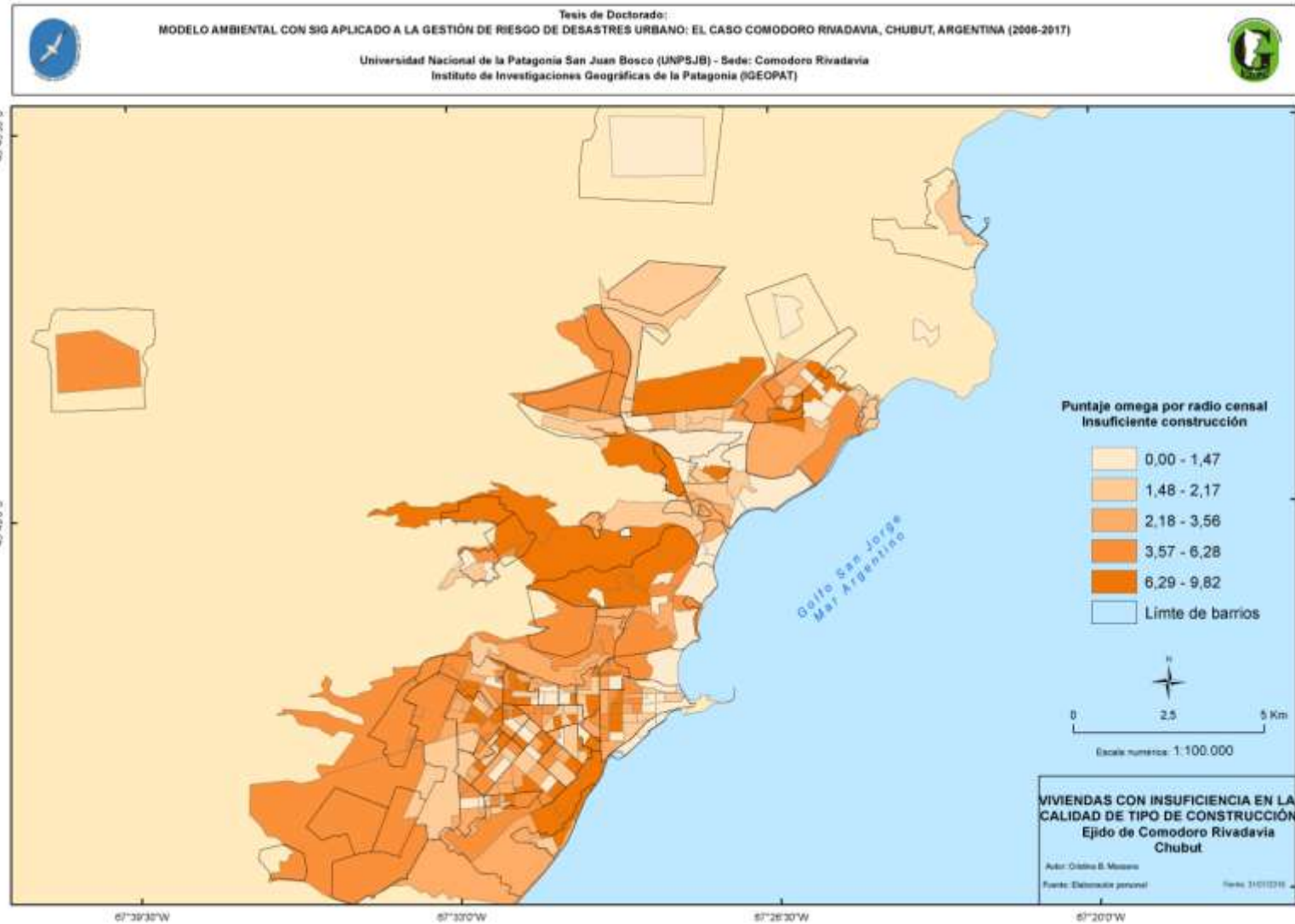


Figura 34: Viviendas con insuficiente calidad en la construcción.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

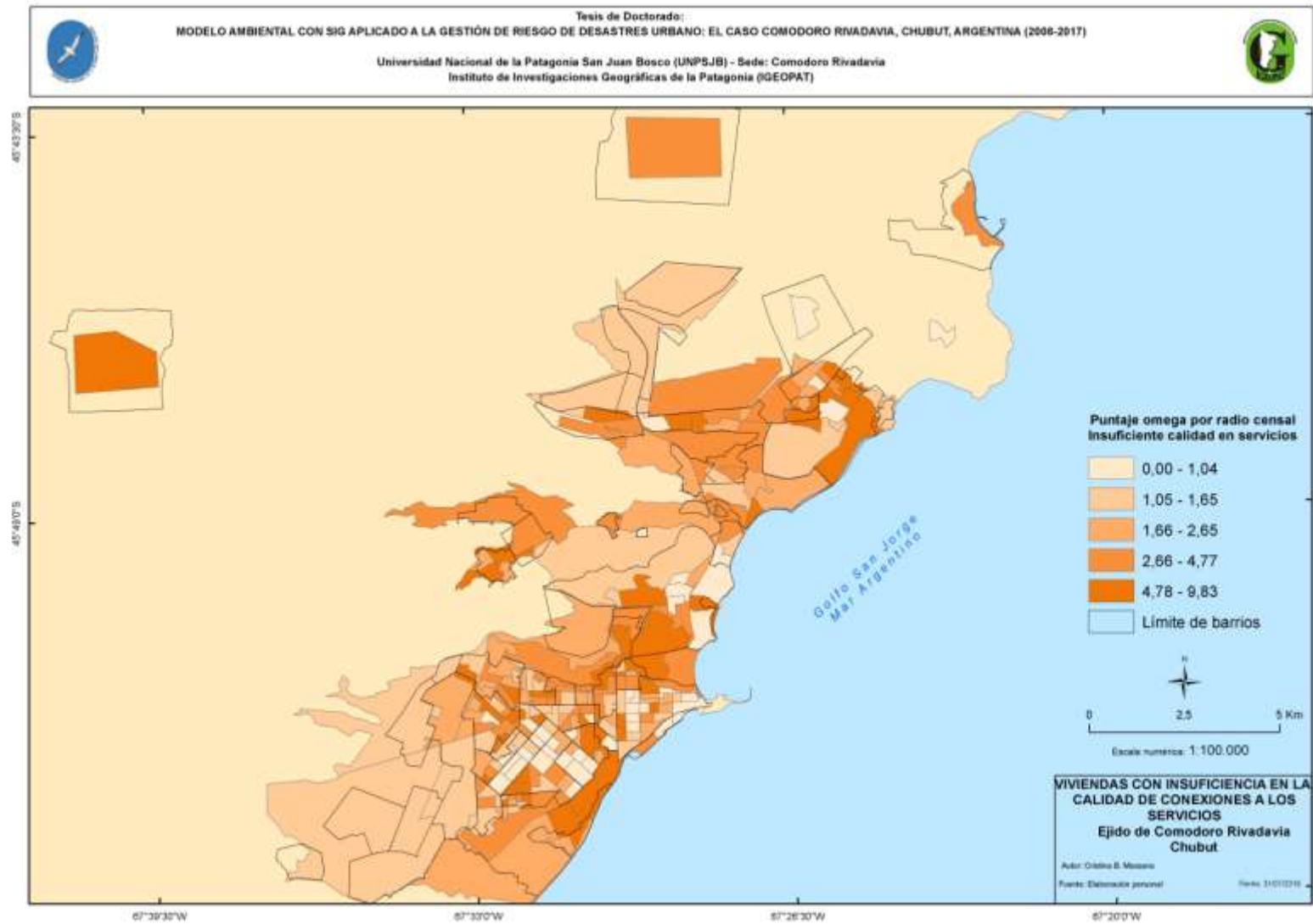


Figura 35: Viviendas con insuficiente calidad de conexiones en los servicios.  
 Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

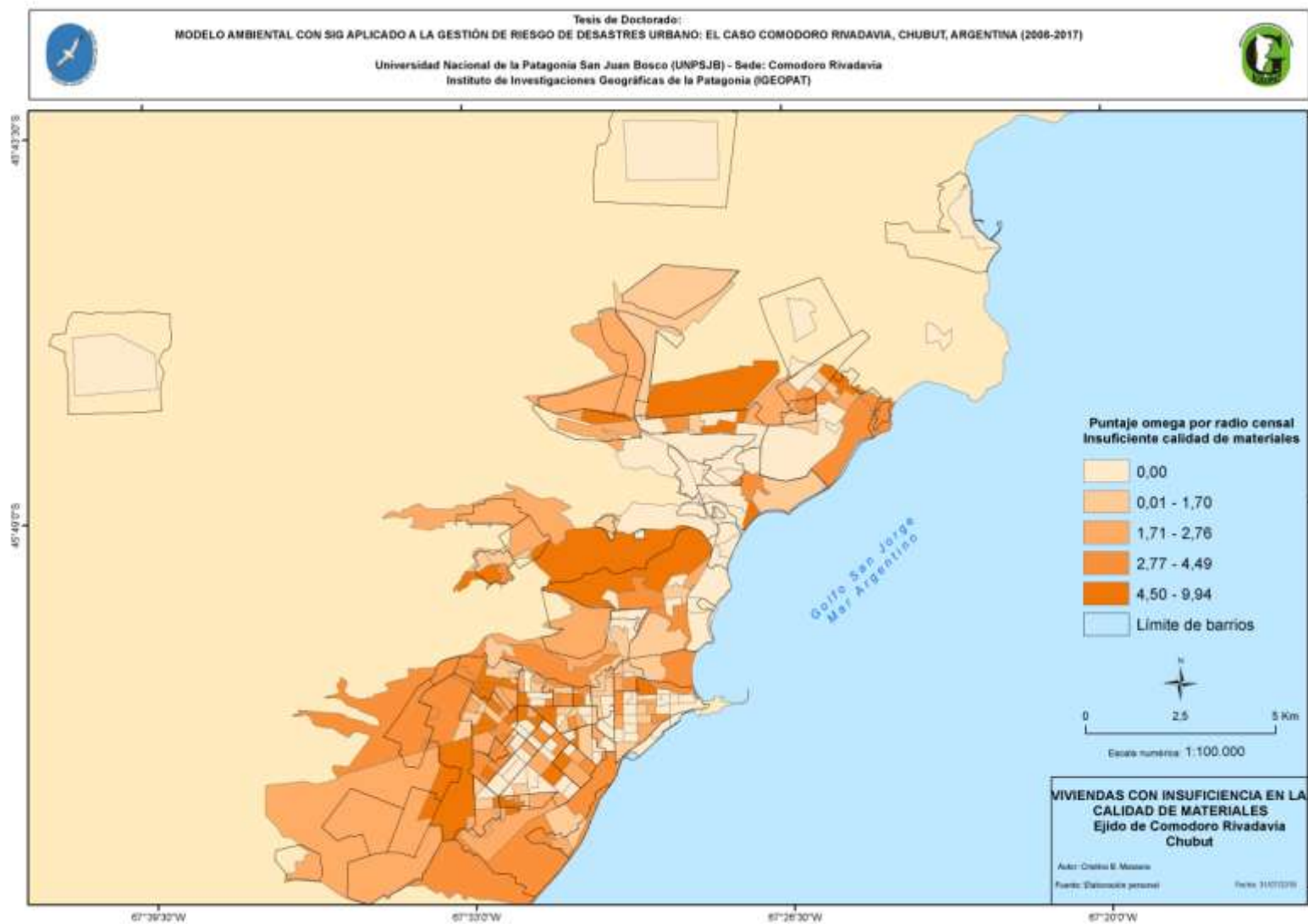


Figura 36: Viviendas con insuficiente calidad de material.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC.

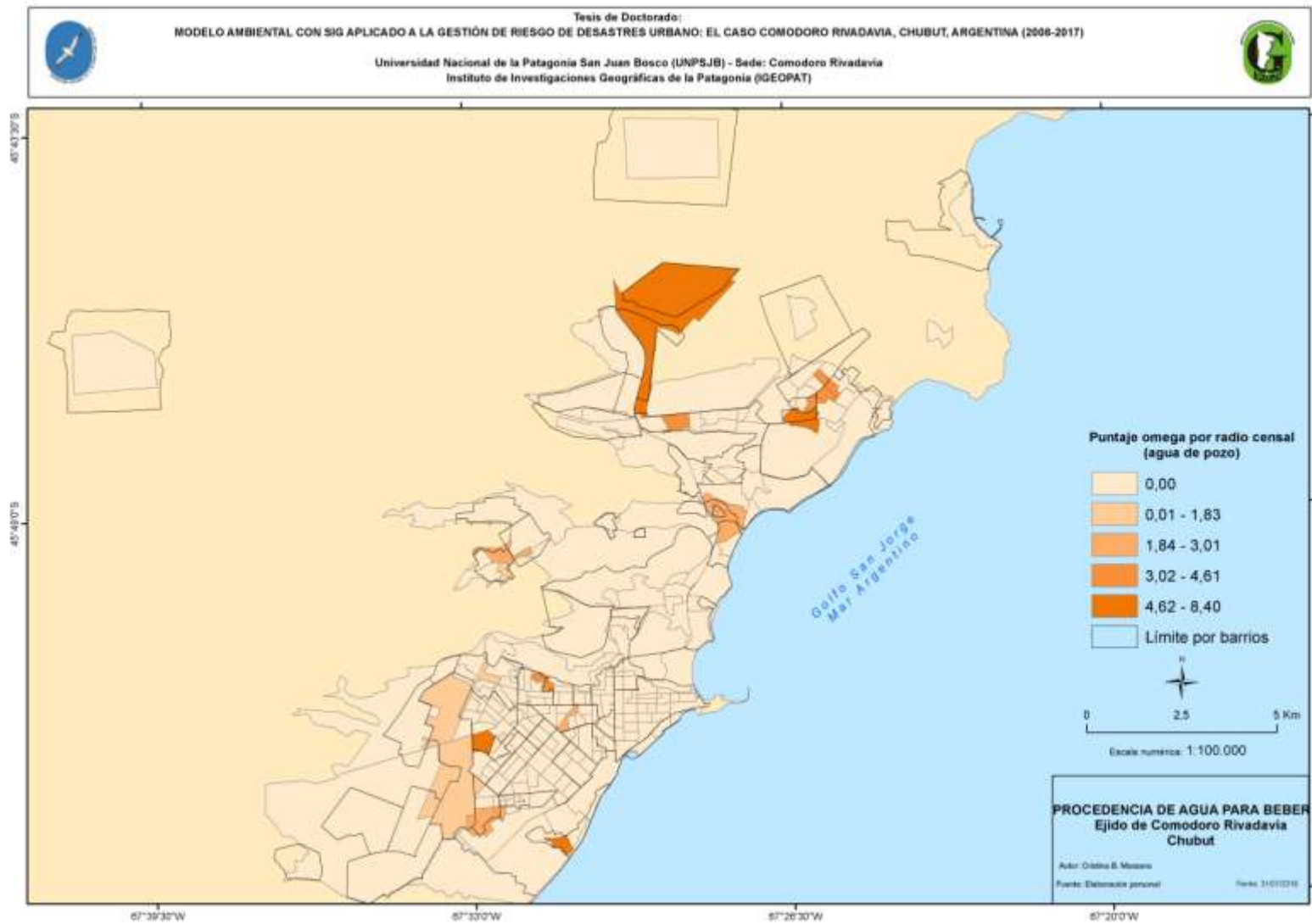


Figura 37: Procedencia de agua para beber: agua de pozo.

Fuente: Elaboración personal con datos del Censo de población, viviendas y hogares de 2010. INDEC

Luego se obtienen los *puntajes de clasificación espacial* (PCE) para las variables de vulnerabilidad en **PCEV\_IO** calculando el promedio de los valores omega de las variables involucradas en cada caso.

$$z = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

Donde ( $x_i$ ) es cada una de las mediciones realizadas, ( $\mu$ ) es la media de la variable y ( $\sigma$ ) es el desvío estándar.

	Variable	Promedio	Desvío estándar
PERSONAS	EDAD_1	4.312319	1.088396
	EDAD_2	1.489082	0.088129
	EDAD_3	4.307874	3.086723
	P_08	3.817404	1.867861
HOGARES	P_07	2.157115	1.467097
	NBI	3.78601	2.596822
VIVIENDAS	H09	0.334519	1.224668
	INCONS	3.604615	2.667322
	INSERV	2.761346	2.448209
	INMAT	2.169567	2.419897
	TOT_HOG	3.641731	2.40683

El mapeo de los resultados se realizó en *cuantiles* (Figuras 30 a 37) definiendo cinco intervalos de clase, con los límites de los intervalos de clase que se indican a continuación:

- Muy bajo: -99 a -1.50 (menor a -1,5s)
- Bajo: -1.50 a -0.50
- Medio: -0.50 a 0.50
- Alto: 0.50 a 1.50
- Muy alto: 1.50 a 99 (mayor a 1.5s)

	ZONAS	VULNERABILIDAD
	<b>Muy alto</b>	Edificaciones e infraestructura mal construidas con procesos de hacinamiento, sin cobertura de servicios, sin gestión ambiental, sin cultura de prevención, comunidad poco organizada y preparada.
	<b>Alto</b>	Edificaciones e infraestructura no bien construidas, en mal y regular estado de construcción, procesos de hacinamiento en marcha, baja cobertura de servicios, baja gestión ambiental, sin cultura de prevención, comunidad poco organizada y preparada.

	<b>Medio</b>	Edificaciones e infraestructura de regular construcción, escasa cobertura de servicios, regular gestión ambiental, población con ingresos medios a bajos, con estudios secundarios incompletos y escasa cultura de prevención, comunidad escasamente organizada y preparada.
	<b>Bajo</b>	Edificaciones e infraestructura bien construidas, buena cobertura de servicios, buena gestión ambiental, población con ingresos medios, con estudios y cultura de prevención, comunidad bien organizada y preparada.
	<b>Muy bajo</b>	Edificaciones e infraestructura muy bien construidas, buena cobertura de servicios, buena gestión ambiental, población con ingresos medios, con estudios y cultura de prevención, comunidad bien organizada y preparada.

Cuadro 4: Matriz de análisis del nivel de vulnerabilidad por tipo

Fuente: Elaboración personal adaptado de Aguilar (2009)

### Resultados de la evaluación de vulnerabilidad

La respuesta aproximada a los interrogantes planteados al inicio de la investigación sobre el área de estudio para identificar áreas vulnerables en relación a las variables seleccionadas se sintetiza indicando 40 áreas muy vulnerables con una población de 9787 (grupo de 0 a 14 años), 24832 (grupo de 15 a 65 años) y 2582 (grupo de más de 65 años). (Figura 38)

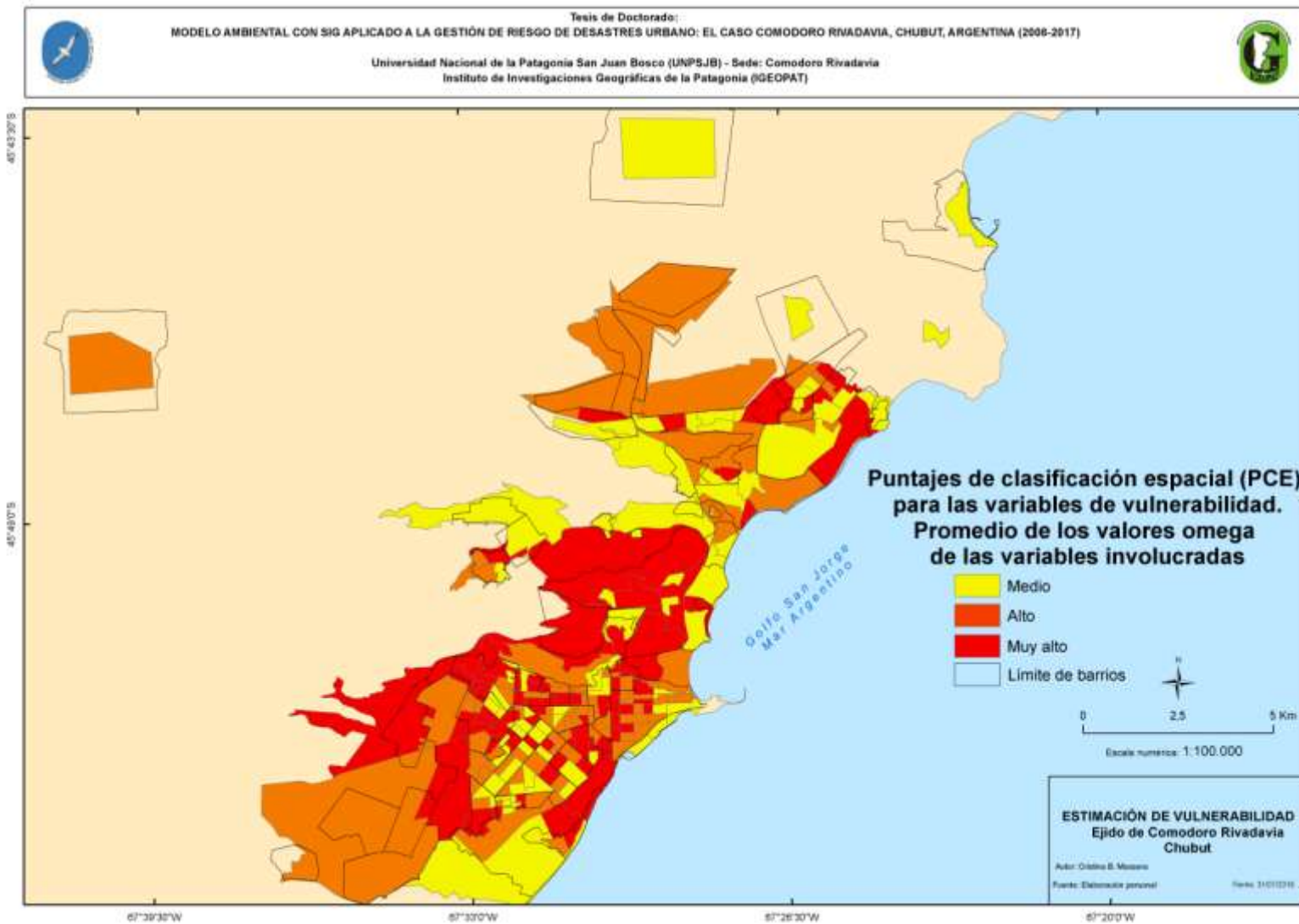


Figura 38: Estimación de vulnerabilidad.  
 Fuente: Elaboración personal.

### **Cálculo del riesgo**

Una vez estimada la amenaza y evaluada la vulnerabilidad, se procedió a calcular el riesgo, es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural y/o antrópico.

- Urbanización en zonas con pendiente crítica.
- Urbanización en zonas deslizadas.
- Urbanización en zonas con arcillas expansivas
- Áreas expuestas a riesgo de instalación de estaciones de servicio y grandes depósitos de combustible.

Para poder estimar el riesgo se utilizó el método de superposición ponderada y reclasificación. Los resultados se observan en el siguiente mapa logrando la zonificación por unidad espacial barrio. (Figura 39)



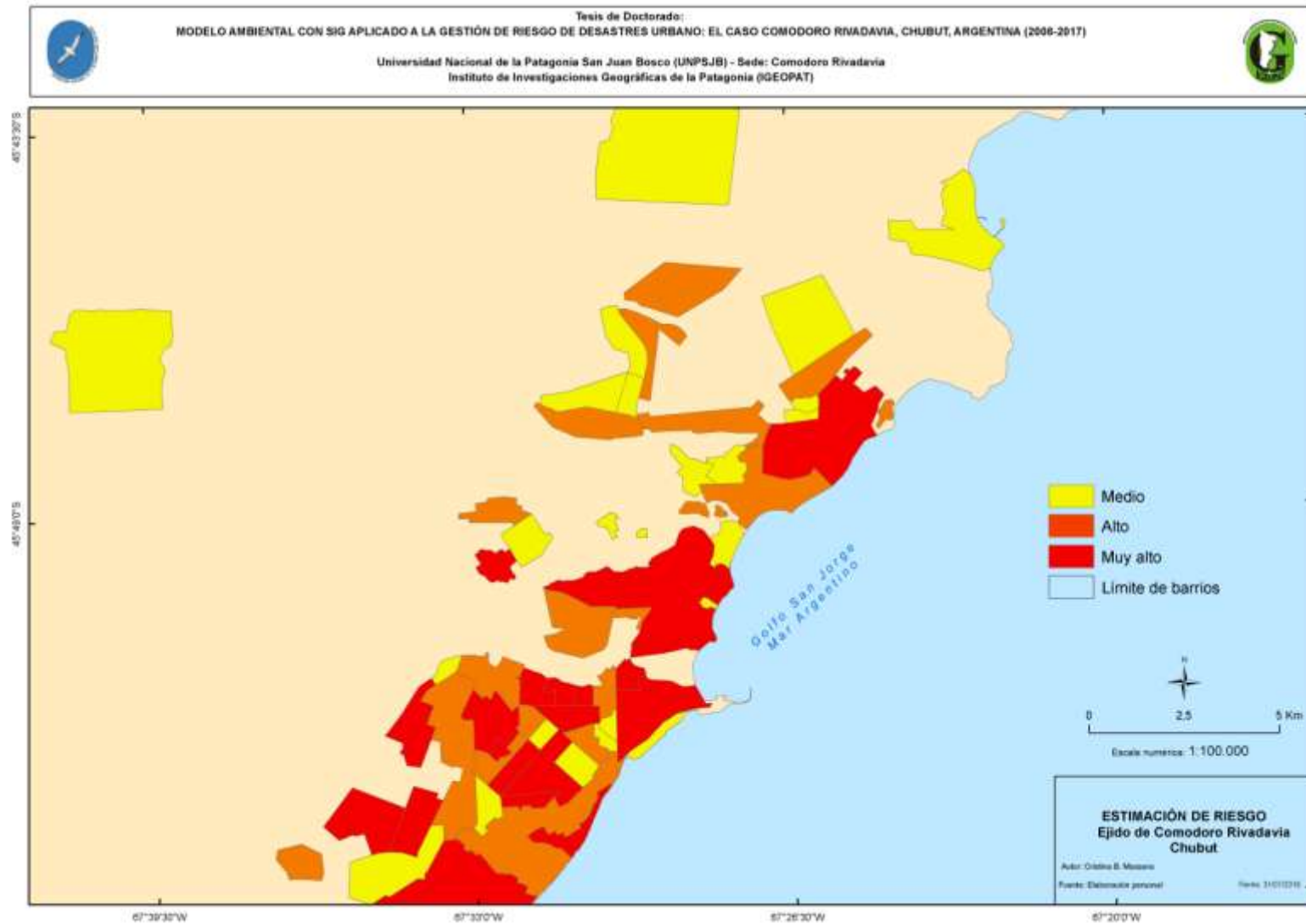


Figura 39: Estimación de riesgo natural y antrópico  
Fuente: Elaboración personal

### **Componente de la respuesta social**

Comodoro Rivadavia es un centro urbano cuya complejidad aumenta acorde lo hace el tamaño de la ciudad. Este sistema intraurbano, con interconectividad y dependencias en cuanto a roles, funciones, producción, consumo, comercio, vivienda y lugares de trabajo, entre otros, todo entrelazado por complejos sistemas de transporte, distribución de agua, sistemas de electrificación y de ductos, con un alto grado de vulnerabilidad de la estructura, frente a eventos físicos extremos, ya sean extensos o localizados.

El crecimiento acelerado y desorganizado de la ciudad, sumado a la presión por acceder a la tierra, trae como consecuencia que muchas personas arriesguen sus vidas al vivir en condiciones inseguras. Este proceso es visible ya que muchos asentamientos terminan siendo legalizados o formalizados (por intereses políticos) y en los casos en que se logran generar procesos de reubicación, las zonas vuelven a ser pobladas luego de la intervención por nuevos asentamientos.

La participación de los actores sociales es fundamental ya que están comprometidos con el proceso de gestión de riesgo y deben generar responsabilidades que permitan realizar un análisis integral del escenario de riesgo.

Antes de la formulación de propuestas y la planificación de las actividades, es necesario que la comunidad haga el autoanálisis de su problemática, de las causas que la generan y de cuáles son sus responsabilidades.

Los talleres participativos permiten seleccionar las variables que conforman el problema y lograr respuestas más fáciles a un problema complejo como es el riesgo urbano.

La respuesta social debe ser el resultado del análisis del escenario de riesgo. Ésta respuesta debe ser plasmada en un documento en permanente revisión, una práctica constante que asimile los cambios políticos, económicos, ambientales o sociales, externos e internos. Sobre esta base se harán los cambios necesarios al proceso de planificación y de implementación teniendo presente la gestión del riesgo urbano.

### **Componente de la reconstrucción**

La reconstrucción está asociada a la posibilidad de recuperación de la comunidad afectada pero también a las posibilidades de gestión que se realizan desde los distintos niveles políticos (nacional-provincial-municipal). (Figura 40)

Las expectativas que se crean frente a los procesos de recuperación y reconstrucción, cuando no están sustentadas en un claro entendimiento de las reales y

factibles opciones de promoción del desarrollo sostenible en el territorio afectado, tienden a caer en el descontento popular con su cuota de insatisfacción y falta de credibilidad en las instituciones del Estado. (Lavell, 2009)

Las ciudades son construidas por diversas entidades a lo largo de décadas y de ahí la dificultad de la reconstrucción en un corto periodo de tiempo. Existe un constante dilema entre la necesidad de reconstruir rápidamente o reconstruir de la manera más rigurosa posible. Lo importante es desarrollar, para tener acceso a fondos de fuentes nacionales e internacionales, del sector privado o de personas con el fin de apoyar por medio de ayudas económicas, los medios para comenzar una reconstrucción más sostenible en comunidades afectadas por los desastres.

En la ciudad de Comodoro Rivadavia la reconstrucción se torna muy difícil porque la atención no está puesta totalmente en las necesidades de la población afectada, promoviendo su participación en las decisiones sobre el diseño y la ejecución de acciones que ayuden a garantizar resiliencia y sostenibilidad.

Un proceso participativo de recuperación y reconstrucción ayuda a la ciudad a reactivarse, a restablecer y reconstruir su infraestructura dañada y a restablecer su economía, capacitando a los ciudadanos para restituir sus vidas, viviendas y medios de sustento. La reconstrucción debe comenzar cuanto antes - de hecho, las ciudades pueden prever necesidades, establecer mecanismos operativos y asignar recursos con anticipación al desastre. El liderazgo, la coordinación y obtener recursos financieros son clave<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Cómo desarrollar ciudades más resilientes Un Manual para líderes de los gobiernos locales *Una contribución a la Campaña Mundial 2010-2015*. Naciones Unidas, Ginebra, 2012.



Figura 40: Reconstrucción en el ambiente urbano: Indicadores político institucional, económico, medioambiental y social.

Fuente: Adaptado de Manual para líderes de los gobiernos locales. Naciones Unidas

#### **Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano**

El modelo ambiental desarrollado con SIG es una aplicación para Defensa Civil de Comodoro Rivadavia.

En la elaboración del sistema, se empleó una metodología que implicó el cumplimiento de pasos relacionados en orden secuencial basada en premisas para disponer de una estructura combinada de elementos de almacenamiento, acceso y análisis de la información. Para tal efecto se definieron tres actividades genéricas, en las que se incluyen:

- la definición del contenido en cuanto a la información geoespacial,
- el diseño del sistema referente a las herramientas en software y hardware, y
- el modelo de implementación y despliegue.

Cabe mencionar que esta metodología (Campos Vargas, 2010) sirve como documento de consulta para la implementación de otro tipo de visualizadores.

##### **Definición del contenido**

Como punto de partida para la conceptualización y construcción del visualizador, se definieron los insumos con base en la información geográfica existente y disponible para Comodoro Rivadavia en relación a amenazas naturales y vulnerabilidad para representar el riesgo.

Esto se hizo a partir de la consulta, recopilación y valoración de cartografía y estadística de fuentes oficiales como IGN, CONAE, SEGEMAR, INDEC, Estadísticas Provincia de Chubut, datos obtenidos en la Municipalidad de Comodoro Rivadavia de las direcciones de Catastro, Planeamiento, Obras públicas, Tierras, Hábitat, Desarrollo Humano y Familia, Salud, Defensa Civil, talleres realizados con la comunidad para representar problemas a escala local.

Luego se planteó un conjunto de información de base para el desarrollo del sistema, en formato vectorial (\*.shp) a escala 1:10000.

En el sistema se incluyó información de base e información temática (Tabla 3) que permite contextualizar espacialmente la información cartográfica sobre riesgo.

Tabla 3: Descripción de las coberturas de base contemplando los aspectos naturales y antrópicos de la ciudad

Capa/cobertura	Elemento geométrico	Atributos	Descripción
<b>Calles Ruta</b>	Línea	Id Nombre Tipo Jurisdicción Clase Nivel de riesgo	Muestra las calles con nivel de riesgo
<b>Ejido</b>	Polígono	Id Nombre	Muestra los límites del ejido de Comodoro Rivadavia y de Rada Tilly
<b>Barrios</b>	Polígono	Id Nombre	Muestra el área de los barrios según MCR
<b>Usos del suelo</b>	Polígono	ID Nombre Tipo	Detalla los usos por tipo de actividad
<b>Fuerzas de seguridad</b>	Punto	Id Tipo Nombre Dirección Teléfono Jurisdicción	Bomberos Policía FFAA Defensa civil
<b>Efectores de salud</b>	Punto	Id Tipo Nombre Dirección Teléfono	Muestra los puntos donde se localizan hospitales, centros de salud públicos.
<b>Escuelas</b>	Punto	Id Dirección Teléfono Tipo	Muestra los puntos donde se localizan escuelas.
<b>Economía Social</b>	Punto	Id Nombre Tipo Dirección Teléfono	Muestra la localización de uniones vecinales, asociaciones civiles
<b>CPB</b>	Punto	Id Nombre Tipo Dirección Teléfono	Muestra la localización de Centros de Promoción Barrial.
<b>Geología</b>	Polígono	Id Unidad Fuente	Id Tipo Fuente
<b>Geomorfología</b>	Polígono	Id Unidad Fuente	
<b>Suelo</b>	Polígono	Id	

		Tipo Fuente	
<b>Pendiente</b>	Polígono	Id Pendiente	Muestra las pendientes altas medias y bajas en % según sean mayores a 20% o menores a 10%
<b>Vegetación</b>	Polígono	Id Tipo Fuente	
<b>Cursos de agua</b>	Línea	Id Tipo Fuente	Localización de cursos de agua y cañadones
<b>PDG</b>	Punto	Id Tipo Fuente	Localización de puntos de interés geográfico con altura superior a los 200msnm
<b>Dirección de flujo</b>	Punto	Id Dirección de flujo Fuente	Tipo de escorrentía indicando su dirección

Tabla 4: Descripción de las coberturas asociadas a peligrosidad y vulnerabilidad.

<b>Carpeta</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>Elemento geométrico</b>	<b>Atributos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Peligrosidad</b>	Deslizamiento, flujo de barro	Polígono	Nombre Pendiente	Muestra las zonas que son propensas a deslizamientos. Se clasifica en nulo, bajo, medio, alto.
	Inundaciones	Polígono	Pendiente Drenaje	Muestra las zonas propensas a inundaciones
	Viento	Punto	Dirección Velocidad	Muestra las zonas de mayor velocidad del viento clasificadas en bajo, medio, alto
	Erosión	Polígono	Grado de erosión Área Perímetro	Indica los diferentes grados de erosión. Se clasifica en bajo, medio, alto.
	Ductos Estaciones de servicio Plantas de combustible			

Basurales clandestinos					
<b>Carpeta</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>de</b>	<b>Elemento geométrico</b>	<b>Atributos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	Población		Polígono	Población	Indica la cantidad de población por radio censal
	Sexo		Polígono	Sexo	Indica el valor estandarizado de población en relación a sexo por radio censal
	Edad		Polígono	Edad	Indica el valor estandarizado por radio censal
	Asistencia escolar		Polígono	Asistencia escolar	Indica el valor estandarizado por radio censal
	Alfabetismo		Polígono	Alfabetismo	Indica el valor estandarizado por radio censal
	NBI		Polígono	NBI	Indica el valor estandarizado por radio censal
	Agua de pozo		Polígono	Agua de pozo	Indica el valor estandarizado por radio censal
	Vivienda		Polígono	Vivienda	Indica calidad de construcción, calidad de materiales, cantidad de hogares por vivienda
	Asentamientos informales		Punto	Nombre Población	Indica la cantidad aproximada asentamientos
<b>Carpeta</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>de</b>	<b>Elemento geométrico</b>	<b>Atributos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Riesgo</b>			Polígono	Id % Riesgo	Indica el riesgo de acuerdo a las variables analizadas.
<b>Protección</b>			Polígono	Id Nombre Distancia	Centroide de cada polígono de Riesgo. A 3 km evacuados De 3 a 5 km evacuados y asistencia sanitaria De 5 a 10 km asistencia y



Con el contenido cartográfico definido en el paso anterior se generó la propuesta del modelo conceptual en cuanto a la forma y estructura de la base de datos georeferenciada, partiendo de la información a nivel municipal. (Tabla 4)

### **Diseño del sistema referente a las herramientas en software y hardware**

El diseño del sistema sobre el cual va a funcionar la aplicación geoespacial para Defensa Civil en Comodoro Rivadavia requiere de una arquitectura informática que garantice las comunicaciones entre todos los interesados de la información geoespacial puesta a disposición.

El modelo cliente/servidor es la arquitectura estándar de funcionamiento de este tipo de sistemas cuyos componentes hardware y software se comunican a través de redes, ya sea Intranet o Internet, para que un usuario, mediante un software llamado cliente situado en su ordenador, solicite un servicio a otro programa llamado servidor que está situado en una máquina remota. (Figura 41)

Una vez que el servidor recibe la solicitud, la cual responde a estándares particulares, es capaz de procesarla y así enviar la respuesta. La característica del servidor es su capacidad para atender a múltiples clientes al mismo tiempo, consultando y procesando la información de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

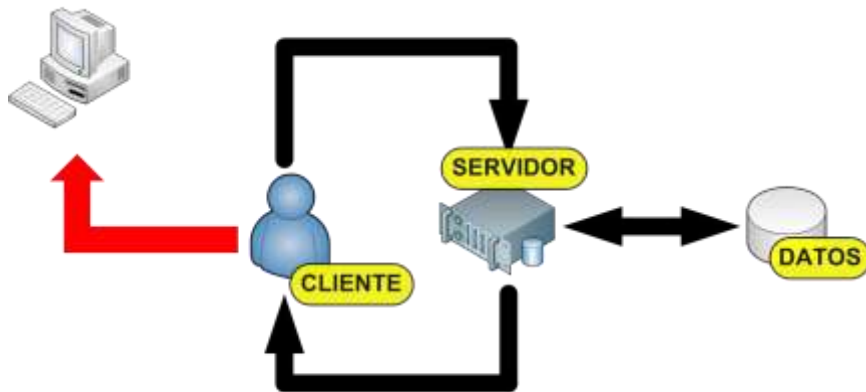


Figura 41: El modelo cliente/servidor  
Fuente: Elaboración propia

La implementación de un servicio web en el servidor para que los clientes puedan consultar ya sea un simple mapa, los datos de tablas o los metadatos almacenados, facilita su acceso y uso en proyectos, aplicaciones u otras operaciones geoespaciales.

Para este proyecto en particular es necesario profundizar aún más en la arquitectura cliente/ servidor y establecer los tipos de clientes que se conectarán con el servidor.

Existen dos tipos básicos de clientes: un “cliente ligero o liviano” cuando es un software que depende enteramente del servidor para todo proceso de la información geoespacial. Ejemplo de este tipo de cliente son los navegadores de Internet (Chrome, Firefox, Internet Explorer, Web Crawler). Los visualizadores de mapas Web en la mayoría de los geoportales funcionan como clientes ligeros ya que se cargan automáticamente y no es necesaria ninguna instalación previa.

Si es necesario instalar y ejecutar un software en el ordenador del cliente el cual va a realizar operaciones con los datos, se habla de un “cliente pesado” como por ejemplo ArcGIS, QGIS, gvSIG, Google Earth, entre otros.

Los geoportales son un ejemplo de materialización de la arquitectura cliente/ servidor ya que éstos agrupan diferentes aplicaciones especializadas que permiten acceder a variados geoservicios. (Figura 42)

En la actualidad existen diversos tipos y funciones, desde los básicos que presentan mapas web, hasta los complejos que ponen a disposición de los usuarios diferentes geoservicios.

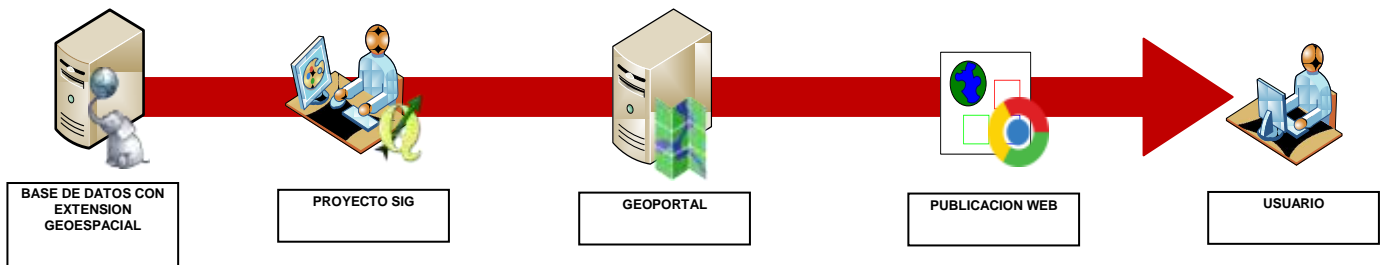


Figura 42: Esquema básico de un geoportal  
Fuente: Elaboración propia

## PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional de uso libre, y se lo denomina RDBMS (Relational data Base Management System). Los RDBMS proporcionan el ambiente adecuado para gestionar una base de datos. El termino SQL es la abreviatura de Structure Query Lenguaje, es decir un lenguaje de programación estructurado de consultas.

El software es de código abierto, bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution). Quiere decir que puede ser usado, modificado, y distribuido por cualquier persona para cualquier propósito sin cargo alguno, ya sea para un fin privado, comercial u académico. El proceso es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo y difusión. Esta comunidad es el PostgreSQL Global Development Group, o conocido por sus siglas PGDG.

La diferencia con los sistemas de mantenimiento de Bases de Datos relacionales tradicionales (DBMS), es que los RDBMS soportan un modelo de datos que consisten en una colección de relaciones con nombre, que contienen atributos de un tipo específico.

El software ofrece una potencia adicional sustancial al incorporar los siguientes conceptos adicionales básicos en una vía en la que los usuarios pueden extender fácilmente el sistema:

- tipos de datos
- funciones
- operadores
- funciones de agregado
- métodos de indexación
- lenguajes procedurales

PostgreSQL tiene algunas características que son propias del mundo de las bases de datos orientadas a objetos. De hecho, algunas bases de datos comerciales han incorporado recientemente características en las que Postgre fue pionera.

En el siguiente esquema general se muestra los componentes más importantes en un sistema PostgreSQL (Figura 43).

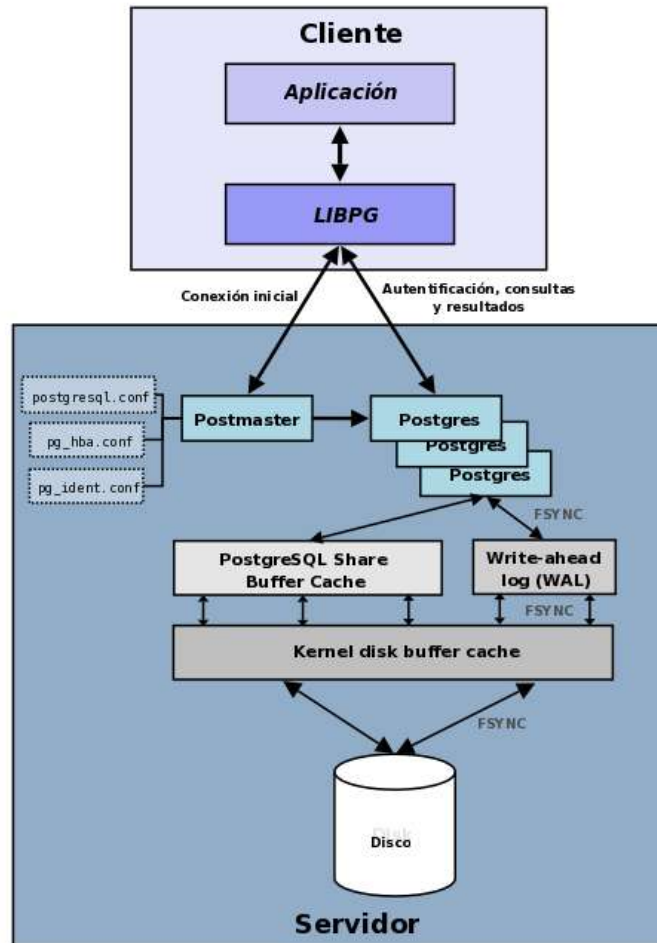


Figura 43: Esquema general de PostgreSQL.  
Fuente: [http://www.postgresql-es.org/sobre\\_postgresql](http://www.postgresql-es.org/sobre_postgresql)

Es importante conocer la función de cada uno de los componentes que a continuación se detallan<sup>18</sup>:

- **Aplicación cliente:** Esta es la aplicación cliente que utiliza PostgreSQL como administrador de bases de datos. La conexión puede ser vía TCP/IP ó sockets locales.
- **Dominio postmaster:** Este es el proceso principal de PostgreSQL. Es el encargado de escuchar por un puerto/socket por conexiones entrantes de clientes. También es el encargado de crear los procesos hijos que se encargaran de autenticar estas peticiones, gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.

<sup>18</sup> Se puede consultar la lista completa de características disponibles en todas las versiones en la dirección <http://www.postgresql.org/about/featurematrix>

- **Ficheros de configuración:** Los tres ficheros principales de configuración utilizados por PostgreSQL son: postgresql.conf, pg\_hba.conf y pg\_ident.conf
- **Procesos hijos postgres:** Procesos hijos que se encargan de autenticar a los clientes, de gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.
- **PostgreSQL share buffer cache:** Memoria compartida usada por PostgreSQL para almacenar datos en caché.
- **Write-Ahead Log (WAL):** Componente del sistema encargado de asegurar la integridad de los datos (recuperación de tipo REDO)
- **Kernel disk buffer cache:** Caché de disco del sistema operativo
- **Disco:** Disco físico donde se almacenan los datos y toda la información necesaria para que PostgreSQL funcione.

## PostGIS

PostGIS es un módulo que da soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL.

Ha sido desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en software open source, entre los que habría que citar a Udig. PostGIS es hoy en día un producto que ha demostrado versión a versión su eficiencia. En relación con otros productos es muy superior a la extensión geográfica de la nueva versión de MySQL, y a juicio de muchos, es muy similar a la versión geográfica de la base de datos de la empresa Oracle.

PostGIS ha sido certificado en 2006 por el Open Geospatial Consortium (OGC) lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas también interoperables. PostGIS almacena la información geográfica en una columna del tipo GEOMETRY, que es diferente del homónimo "GEOMETRY" utilizado por PostgreSQL, donde se pueden almacenar la geometría en formato WKB (Well-Known Binary), aunque hasta la versión 1.0 se utilizaba la forma WKT (Well-Known Text).

### Principales Características

PostGIS incluye las siguientes funcionalidades:

- Objetos simples según la definición del OpenGIS Consortium (OGC)

- Soporte para las representaciones Well-Known Text y Well-Known Binary de objetos geográficos.
- Indexación rápida de objetos espaciales usando GiST.
- Funciones de análisis geoespacial.
- Objetos de extensión a PostgreSQL JDBC correspondientes a las geometrías.
- Soporte para las funciones de acceso OGC según la definición del Simple Features Specification.

PostGIS almacena la información geográfica en una columna del tipo GEOMETRY, que es diferente del homónimo "GEOMETRY" utilizado por PostgreSQL, donde se pueden almacenar la geometría en formato WKB (Well-Known Binary).

El proceso de creación de la base de datos PostGIS se realiza utilizando el software pgAdmin, que para este proyecto se empleó la versión III en el cual se define y crea una base de datos con variables PostGIS la que contendrá las distintas capas creadas mediante un programa SIG. (Figura 44)

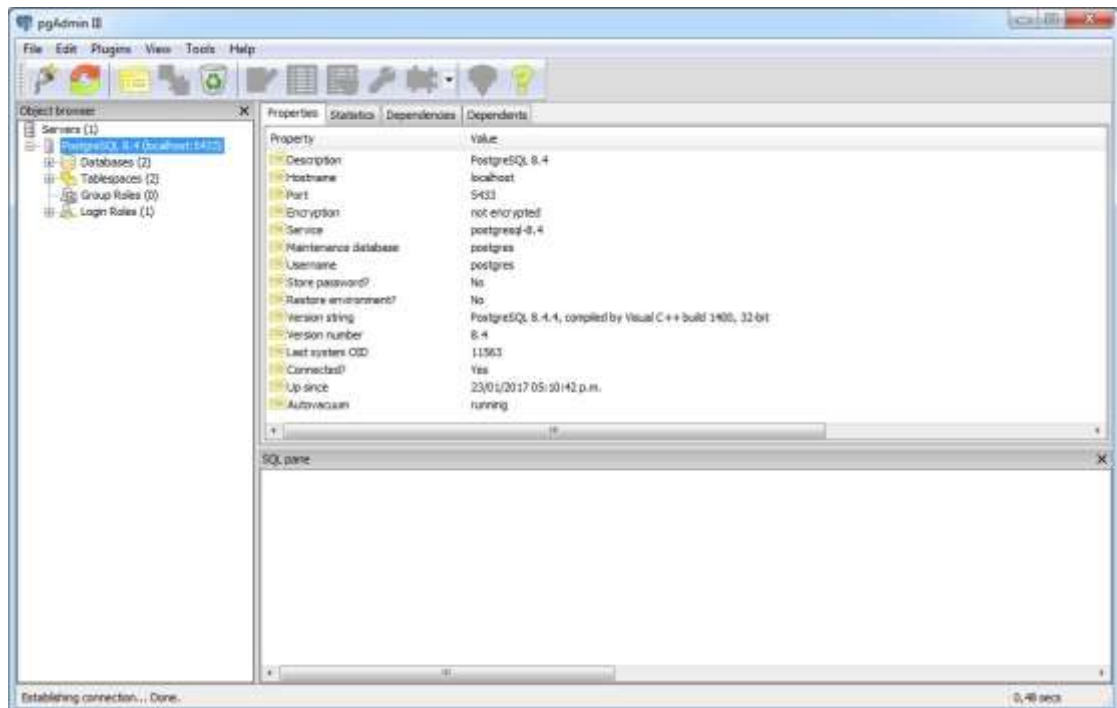


Figura 44: Pantalla Principal del software pgAdmin III  
Fuente: PostgreSQL

Definida la base de datos PostGIS se puede visualizar en la estructura del servidor PostgreSQL 8.4, en la base de datos riesgo\_cr, en schemas/public/Tables las variables espaciales: geometry\_columns y spatial\_ref\_sys que la definen como tal. (Figura 45)

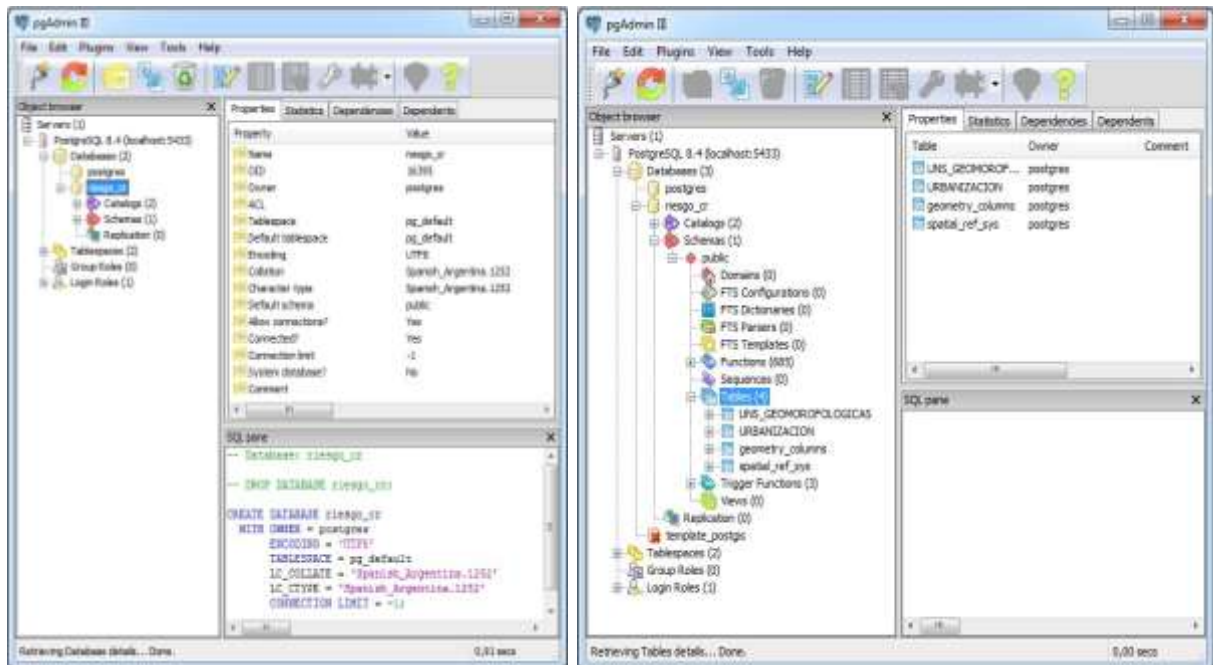


Figura 45: Creación de la base de datos PostGIS riesgo\_cr  
Fuente: Elaboración personal.

### Base de datos con extensión geoespacial

Una colección de datos referidos a objetos de los que se conoce su localización espacial se denomina Base de Datos Espaciales (Poveda, 2012).

A partir de la estructura definida referente a la información, el siguiente paso es la construcción de la base de datos dentro de un lenguaje estándar de consultas con extensión espacial, el cual es el encargado de gestionar la información de forma relacional, a partir de consultas específicas.

Para lograr esto es necesario definir el Sistema Manejador de Bases de Datos (DBMS), lo que se obtiene con base en el estándar internacional de Open Gis Consortium (OGC 2008), el cual proporciona el soporte de bases de datos relacionales y dispone de la capacidad de implementar álgebra especial para su tratamiento. Además se consideraron algunos criterios de funcionamiento, entre ellos, que corriera en los sistemas operativos más utilizados y que utilizara el lenguaje de consulta SQL; a partir de esto el DBMS seleccionado para el trabajo fue PostgreSQL (PostgreSQL global

development group, 1996) con extensión espacial PostGIS (Ramsey, 2009), siendo éstos el enlace directo con el servidor Web mapping (De la Beaujardiere, 2006) y el SIG.

Al ser de diseño complejo es necesario dejar registrado algunos pasos para su configuración y administración en forma básica:

- Propósito.
- Usuarios.
- Fuentes de datos.
- Estructura.
- Método de ingreso de datos.
- Procedimientos de actualización.

Si consideramos a la base de datos geoespacial una colección lógica de información geoespacial tenemos que tener en cuenta sus componentes espaciales y temáticas. Las primeras almacenan posición, tamaño, forma y las segundas almacenan sus atributos alfanuméricos.

El almacenamiento adecuado de datos geográficos es un factor crítico para lograr el procesamiento de la información. Generalmente los datos espaciales se organizan en capas, es por ello que en una base de datos espacial, se almacenan los objetos (capas) junto con sus atributos y relaciones geométricas y no-geométricas, ya sea en formato vectorial o raster.

PostGIS es un módulo que da soporte de objetos geográficos a la base de datos relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en un Sistema de Información Geográfica, la cual se publica bajo la Licencia Pública General de GNU<sup>19</sup>. Ha sido desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en software Open Source y ha sido certificado en 2006 por el Open Geospatial Consortium (OGC) lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas del mismo tipo.

### **Secuencia de tareas y procedimientos**

El diseño y desarrollo del sistema implicó una secuencia de tareas que se describen a continuación:

1. Generar la base de datos con gestor de BBDD de código abierto.
2. Crear el proyecto SIG con Q GIS

---

<sup>19</sup> <http://postgis.net/>, 2017.



3. Aplicar el uso de los programas PostgreSQL y PostGIS. El manejo de ambas herramientas en torno a la explicación de base de datos objeto-relacional PostgreSQL y el módulo PostGIS .
4. Crear el geoportal con servicios geoespaciales.
5. Diseñar la página web donde está desarrollado el webb mapping con Q GIS cloud que implementa las especificaciones de Web Map Service (WMS)

Para cargar las capas a la base de datos PostGIS “riesgo\_cr”, que más adelante será publicado como mapa web, se trabaja con software SIG, en este caso Quantum GIS 2.18.3, en el cual se genera un proyecto denominado RIESGO\_CR.

Para usar capas PostGIS en QGIS se debe crear una conexión a la base de datos PostgreSQL, conectarse a la misma y administrar las capas a emplear en el proyecto.

La administración de capas en una base de datos PostGIS se puede realizar a través del complemento Administrador de BBDD. (Figura 46)

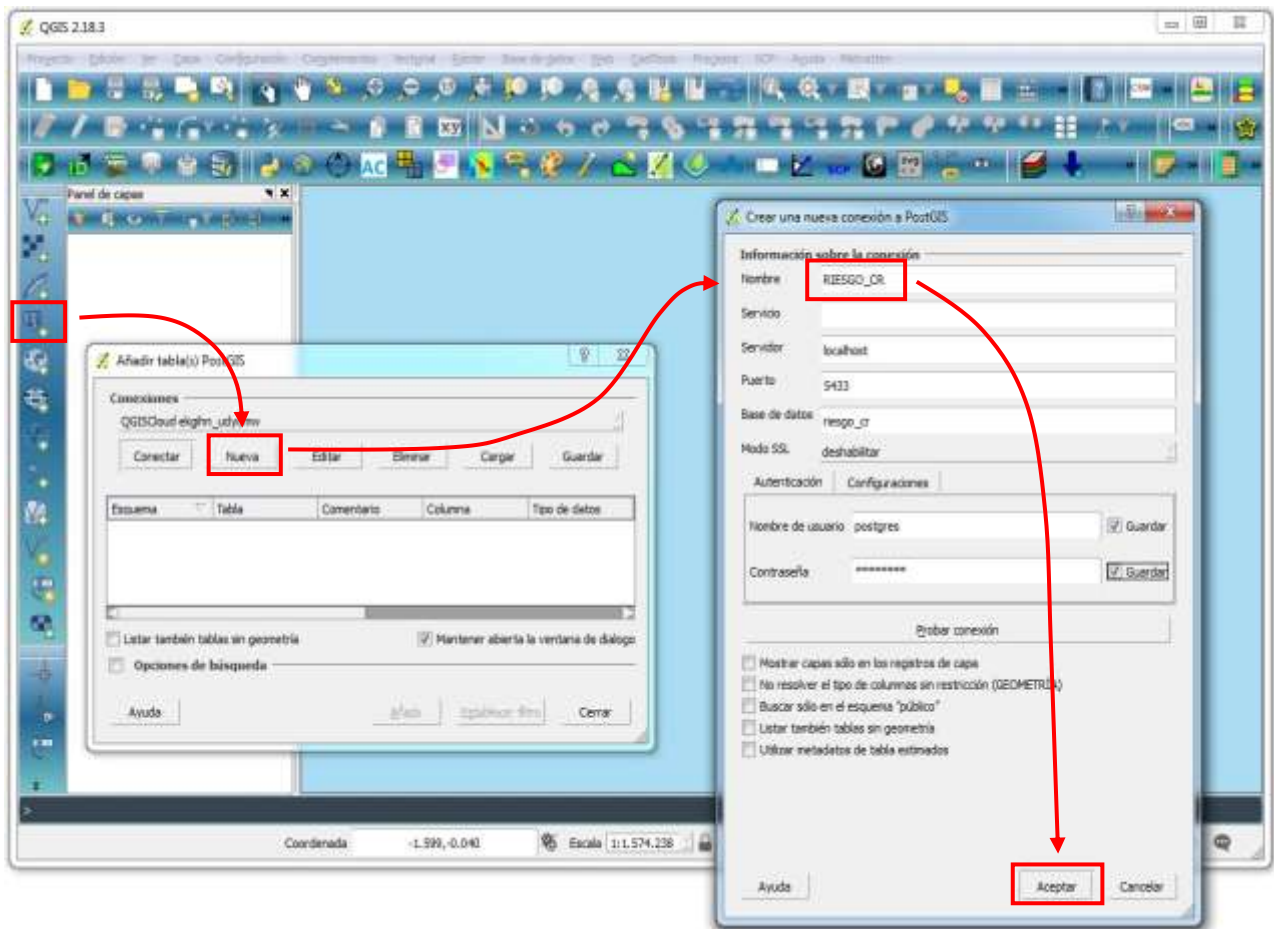


Figura 46: Creación de la conexión riesgo\_cr a la base de datos PostGIS riesgo\_cr  
Fuente: Elaboración personal,

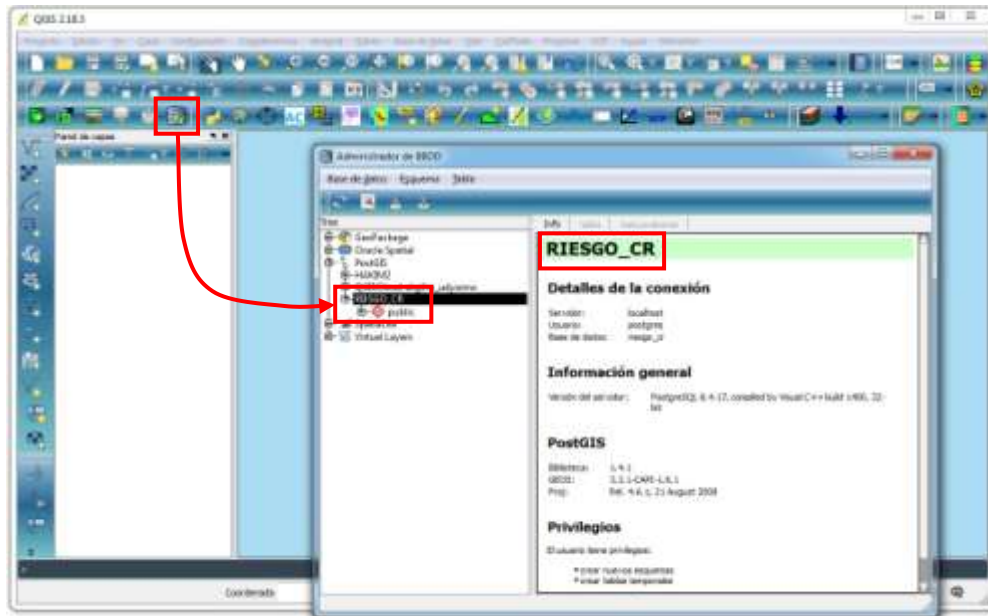


Figura 47: Conexión a la base de datos riesgo\_cr empleando el complemento Administrador de BBDD  
Fuente: Elaboración personal.

Una vez conectada la base de datos PostGIS riesgo\_cr (Figura 47) se importan las capas de interés para el proyecto. (Figuras 48 y 49)

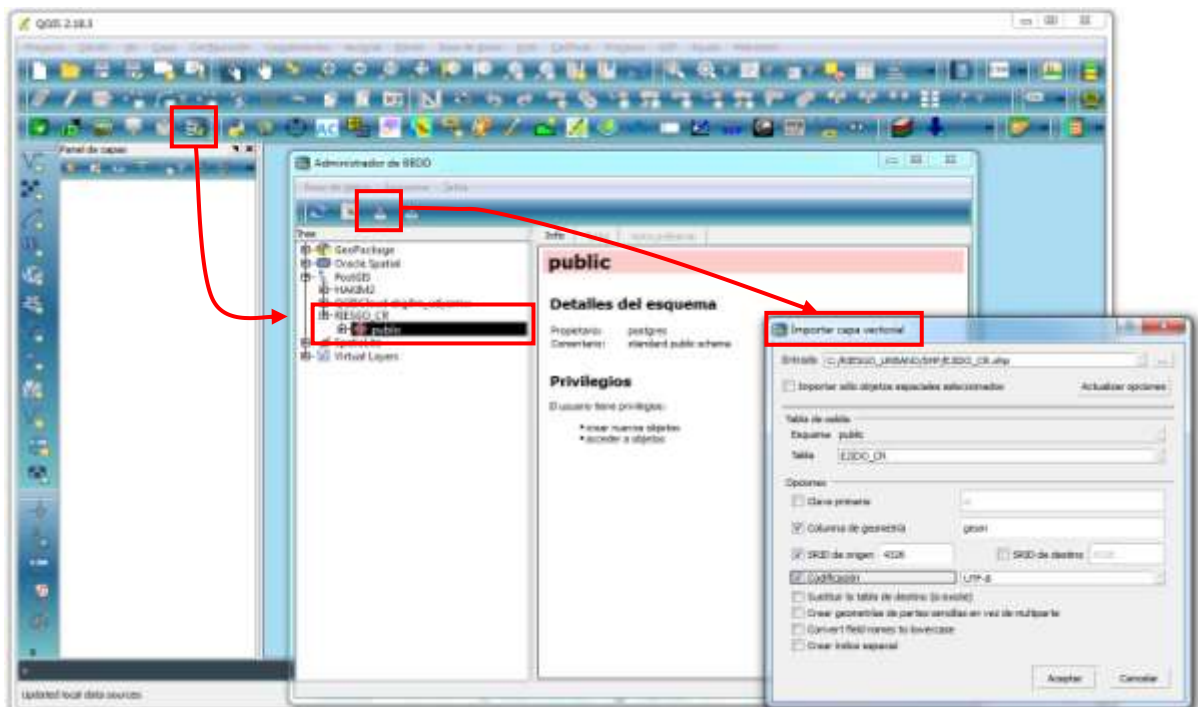


Figura 48: Importación de capa a la base de datos riesgo\_cr empleando QGIS.  
Fuente: Elaboración personal.

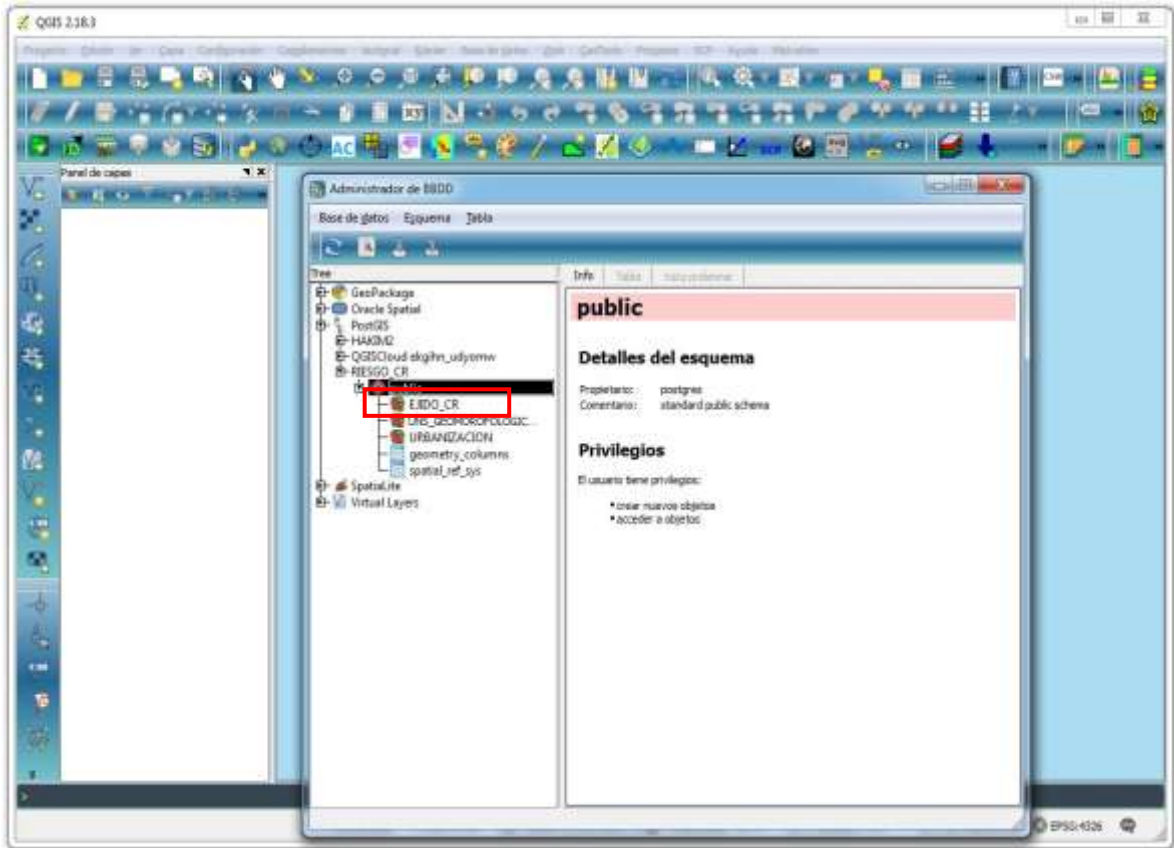


Figura 49: Detalle de la incorporación de capas a la base de datos riesgo\_cr  
Fuente: Elaboración personal.

De la misma manera que se observa en el complemento Administrador de BBDD, se puede observar en el software pgAdmin III, la actualización de la base de datos riesgo\_cr. (Figura 50)

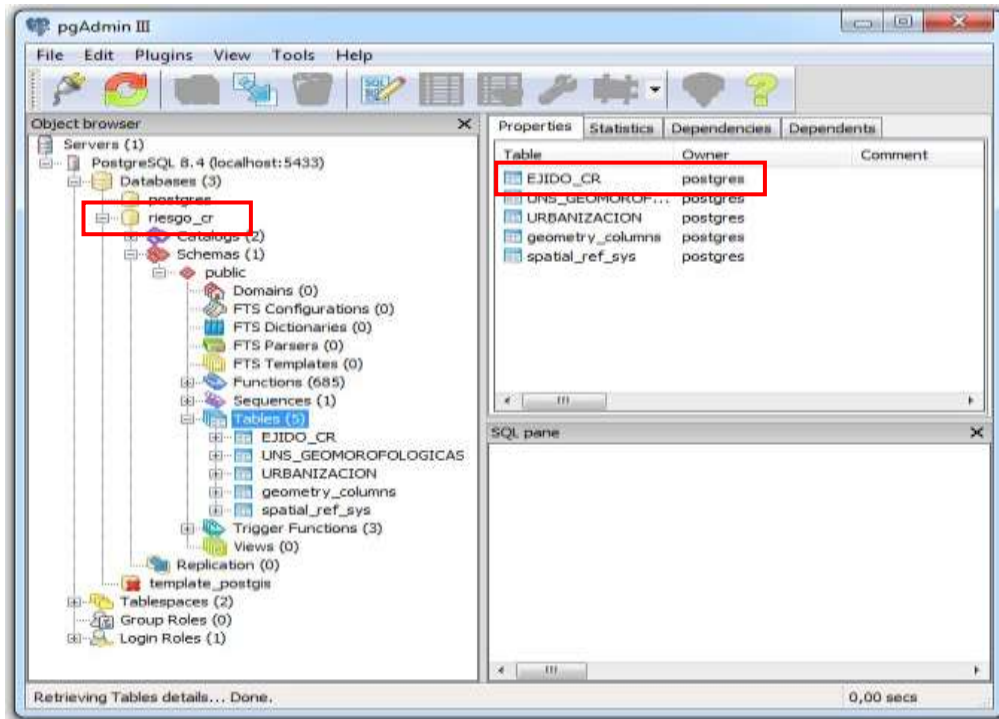


Figura 50: Detalle de la actualización de la base de datos riesgo\_cr desde el software pg Admin III  
Fuente: Elaboración personal.

El proyecto SIG riesgo\_cr en QGIS trabaja con las capas incorporadas anteriormente en la base de datos PostGIS riesgo\_cr, para ello es necesario cargarlas desde la conexión riesgo\_cr. (Figuras 51 y 52)

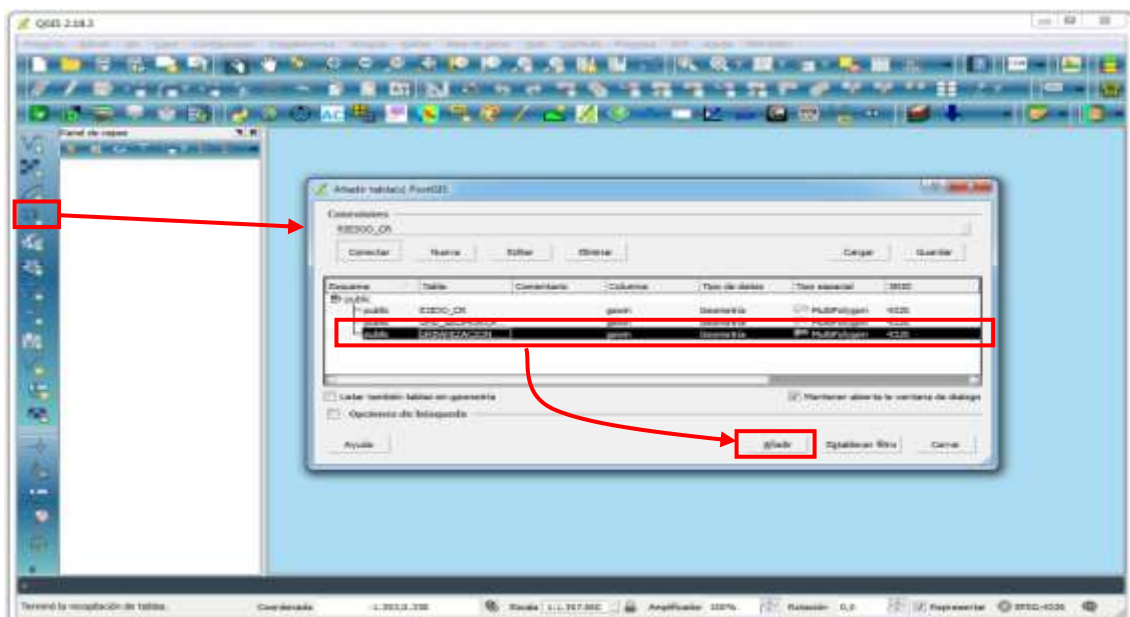


Figura 51: Incorporación de capas desde la base de datos riesgo\_cr  
Fuente: Elaboración personal.

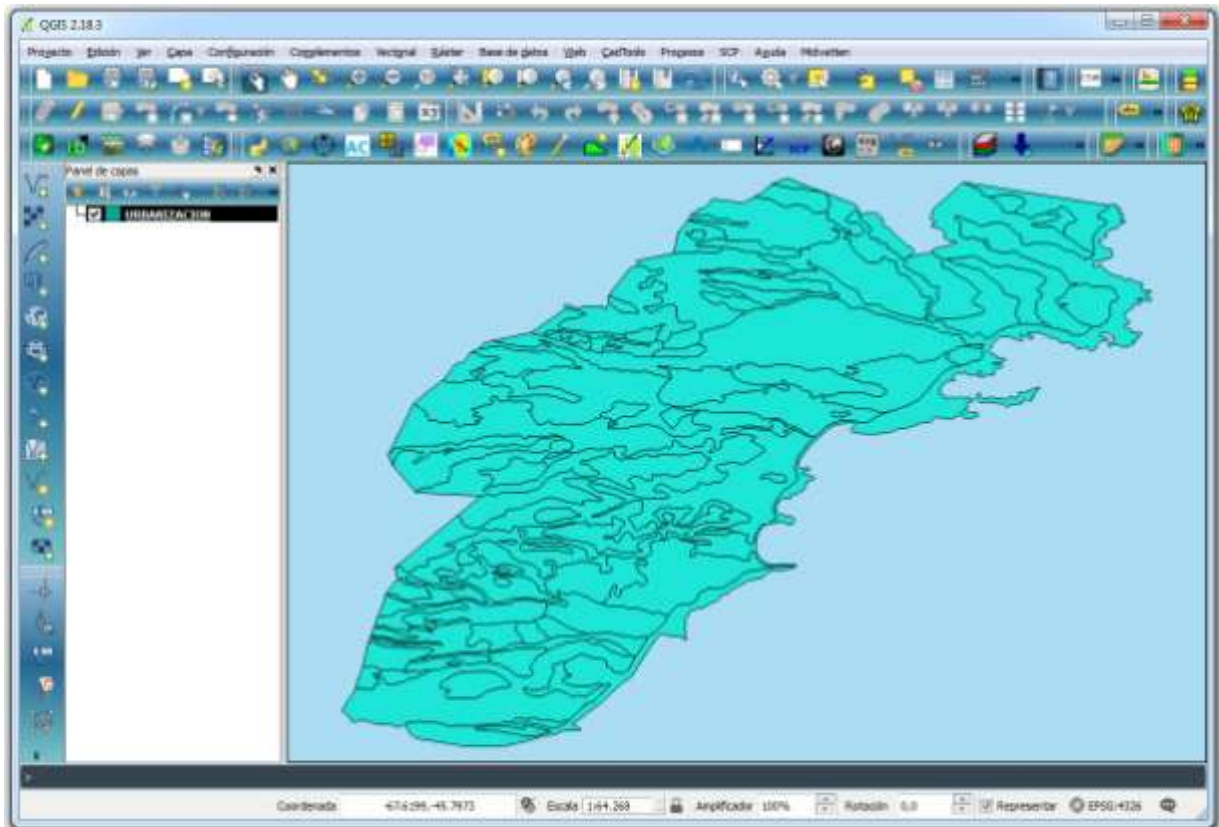


Figura 52: Ejemplo de capa añadida al proyecto riesgo\_cr desde capa PostGIS  
Fuente: Elaboración personal.

Con todas las capas incorporadas al proyecto se realizan las operaciones geoespaciales que requiere la temática en cuestión.

### **Estándares empleados en el desarrollo del sistema**

#### **Open Geospatial Consortium (OGC)**

Creado en 1994, agrupa (en febrero de 2009) a 372 organizaciones públicas y privadas. Su origen es en el software fuente libre GRASS y la subsiguiente fundación OGF (Open GIS Foundation) fundada en 1992. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocésamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios. Anteriormente fue conocido como **Open GIS Consortium**.

#### **Especificaciones**

Las especificaciones más importantes surgidas del OGC son:

- GML - Lenguaje de Marcado Geográfico (no confundir con *Lenguaje de Marcado Generalizado*, también GML)
- KML - Keyhole Markup Language es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones.
- WFS - Web Feature Service o Servicio de entidades vectoriales que proporciona la información relativa a la entidad almacenada en una capa vectorial (cobertura) que reúnen las características formuladas en la consulta.
- WMS - Web Map Service o Servicio de mapas en la web que produce mapas en formato imagen a la demanda para ser visualizados por un navegador web o en un cliente simple.
- WCS - Web Coverage Service o Servicio de coberturas en la web (datos raster).
- CSW - Web Catalogue Service o Servicio de catálogo.

### **Protocolo WMS**

Los datos permanecen seguros, ya que se sirven como imágenes renderizadas. A menos que se digitalice encima de las imágenes, no hay forma de copiar los datos originales de las imágenes de los mapas. La apariencia de cada capa de mapa se puede controlar utilizando el estándar SLD que permite definir el color y etiquetado de las *features*, o geometrías, de las diferentes capas. La combinación de estas reglas con la posibilidad de filtrar estilos dependientes del nivel de escala (filtros OGC), permite ir añadiendo más detalle en la visualización de los mapas, a medida que se acerca el zoom a una zona. También es capaz de gestionar amalgamamiento de etiquetas, agrupaciones y prioridades de dibujado.

### **EPSG**

EPSG es el acrónimo de *European Petroleum Survey Group*, organización relacionada con la industria petrolera en Europa. Este organismo estuvo formado por especialistas en geodesia, topografía y cartografía aplicadas al área de exploración y desarrolló un repositorio de parámetros geodésicos que contiene información sobre sistemas (marcos) de referencia antiguos y modernos (geocéntricos), proyecciones cartográficas y elipsoides de todo el mundo.

Las tareas del EPSG son desarrolladas en este momento por el Subcomité de Geodesia del Comité de Geomática de la *International Association of Oil and Gas Producers* (OGP), aunque el conjunto de datos continúa denominándose EPSG.

Los códigos EPSG son ampliamente utilizados en la definición de datos de posición en los SIG. Es por ello que es muy útil conocerlos en función de las actividades que requieran gestionar o manipular datos espaciales en ambientes digitales.

Como referencia, en el siguiente cuadro se muestran los códigos correspondientes al actual marco de referencia geográficas y POSGAR aplicadas en el proyecto riesgo\_cr.

Código	Sistema de Referencia de coordenadas
4326	WGS 84
22183	POSGAR 94/Argentina3

Los mencionados parámetros geodésicos se encuentran compilados en una base de datos en formato Microsoft Access que se puede descargar en [www.epsg.org](http://www.epsg.org), ingresando a la sección *Geodetic Dataset* ubicada en el menú situado a la izquierda de la página principal. La estructura de la base de datos es compatible con la norma ISO 19111, la cual está referida a los sistemas de referencia espaciales por coordenadas. Dicha base de datos es actualizada permanentemente.

### Metadatos

Los metadatos deben proporcionar información no solo de los conjuntos de datos, sino también de las series y de los servicios web (WMS, WFS, WCS, CSW). Los metadatos son los descriptores de los datos, como por ejemplo: la fecha del dato, el autor, el formato, la ubicación, escala, limitaciones legales, etc. Son fundamentales para localizar y acceder a la información geográfica. De esta manera la explotación de los datos es más eficaz. El formato de intercambio de los metadatos es XML.

Crear metadatos requiere un esfuerzo importante y además es necesario actualizarlos con relativa frecuencia es por ello que la aplicación debe contemplar la carga de los mismos con el programa Q GIS.

### Actualización de datos

La actualización de la información geoespacial se debe realizar de manera permanente y cuando se considere que la información en cuestión no satisface las necesidades del desarrollo municipal. Esta actualización estará supeditada a la disponibilidad de los respectivos recursos financieros y personal capacitado para tal fin.

## Geoportal

Para abordar el tema del geoportal sobre el cual se difunde la información geoespacial es necesario definir el término “geoservicio” como la manera eficaz de compartir información geoespacial (Poveda, 2012).

Existen varios geoservicios, pero los de tipo estándar e interoperables resultan ser la mejor forma de compartir datos o información, mientras los visores de mapas o mapas web se configuran como clientes de éstos.

Los tres geoservicios mínimos que puede tener un geoportal son:

- Nomenclátor.
- Servicio de metadatos.
- Un servicio de mapas.

Para la construcción de un geoportal un servicio de mapas no tiene respuesta única ya que las posibilidades que permiten los estándares OGC son variados; sin embargo, el servicio WMS normalmente es el elegido.

Sus características le dan prevalencia sobre el resto. El trabajo con datos de tipo vectorial y raster, su salida en formato de imagen georreferenciada de tamaño comprimido respecto al original, los varios formatos (PNG, JPEG, GIF, etc.) y el bajo consumo de recursos a nivel de conexión materializan esta prevalencia.

Para prestar servicios de tipo WMS se necesita un “servidor de mapas” como los software libres y gratuitos mapserver, mapbender entre otros. Éstos son básicamente frameworks, entornos de desarrollo donde un usuario dispone de herramientas preconfiguradas que le facilitan la generación de geoportales con cierto grado de personalización.

Un geoportal es “un sitio Internet que incluye al menos una aplicación cliente de geoservicios”, proporciona los medios para realizar búsqueda, visualización y descarga. Se plantea como la necesidad mínima de un usuario “cliente” consistente en localizar la información geoespacial y visualizarla.

La herramienta para localizar los datos es el catálogo de metadatos y la forma de visualizarla es el visualizador cartográfico que deberá ofrecer un acceso sencillo a la información geoespacial.

Con las herramientas señaladas, para cualquier organización o persona es factible generar rápidamente un geoportal con funciones medias y avanzadas, sin costes de licenciamiento, con desempeños excelentes y en casos de uso de framework como



los mencionados, sin tener que hacer líneas de código ni saber lenguajes de programación.

Desde el punto de vista técnico la plataforma sobre la que opera un geoportal es un servidor web. Este es un hardware que tiene una dirección en Internet llamada IP fija y pública y un software especializado que atiende clientes a través de Internet utilizando el protocolo HTTP.

Para localizar un servidor web específico en Internet es necesario asociar también un nombre de dominio a su dirección IP. El nombre de dominio de un servidor debe estar registrado en un registro oficial que se encarga de vincular el nombre del dominio con la dirección IP del servidor para que puedan así localizarlo los clientes, utilizando un servidor de nombres de dominio o DNS.

De manera básica un servidor web proporciona páginas web estáticas escritas en un lenguaje de marcas denominado HTML. A estas páginas se accede a través de Internet utilizando el protocolo estándar de comunicación denominado Hyper Text Transfer Protocolo HTTP. Existen extensiones y programas que permiten generar páginas web de manera dinámica. La arquitectura sobre la que funcionan estas aplicaciones dinámicas en Internet están basadas en Service Oriented Architecture (SOA).

### **Servicio y publicación de mapas**

Una página web es, hasta ahora, la mejor manera de dar a conocer información geoespacial dinámica.

Para desarrollar la interfaz en web se utilizaron los servicios de Web Map Service (WMS) de software libre, bajo el estándar publicado por la organización OGC (2008). En el presente proyecto no se incluye el servicio Web Feature Service (WFS) porque se limita la posibilidad de editar y realizar cambios sólo al administrador.

Para implementar el servicio WMS se utilizó como punto de partida la herramienta de MapServer, con la cual se realizó la conexión de la base de datos con el visualizador de forma geográfica a través de la red (Figura 53), a partir de los siguientes pasos:

- Se generaron los archivos \*.map (éstos son archivos donde se definen las características de cada capa de información, como proyección, escala y simbología), especificando el nombre de la base “riesgo\_cr”, el usuario, el puerto, la contraseña y la dirección local para red interna (Host).

Se especificó el nivel jerárquico de la información topológica, es decir, la forma de representar la información. Por ejemplo, polígonos para los barrios, zonas críticas, líneas para las vías de escape y puntos para las localidades, respetando la integridad territorial a través de la aplicación de normas topológicas. El orden en que se colocó la información en el archivo \*.map fue polígonos como base líneas como información subsecuente y puntos como información final.

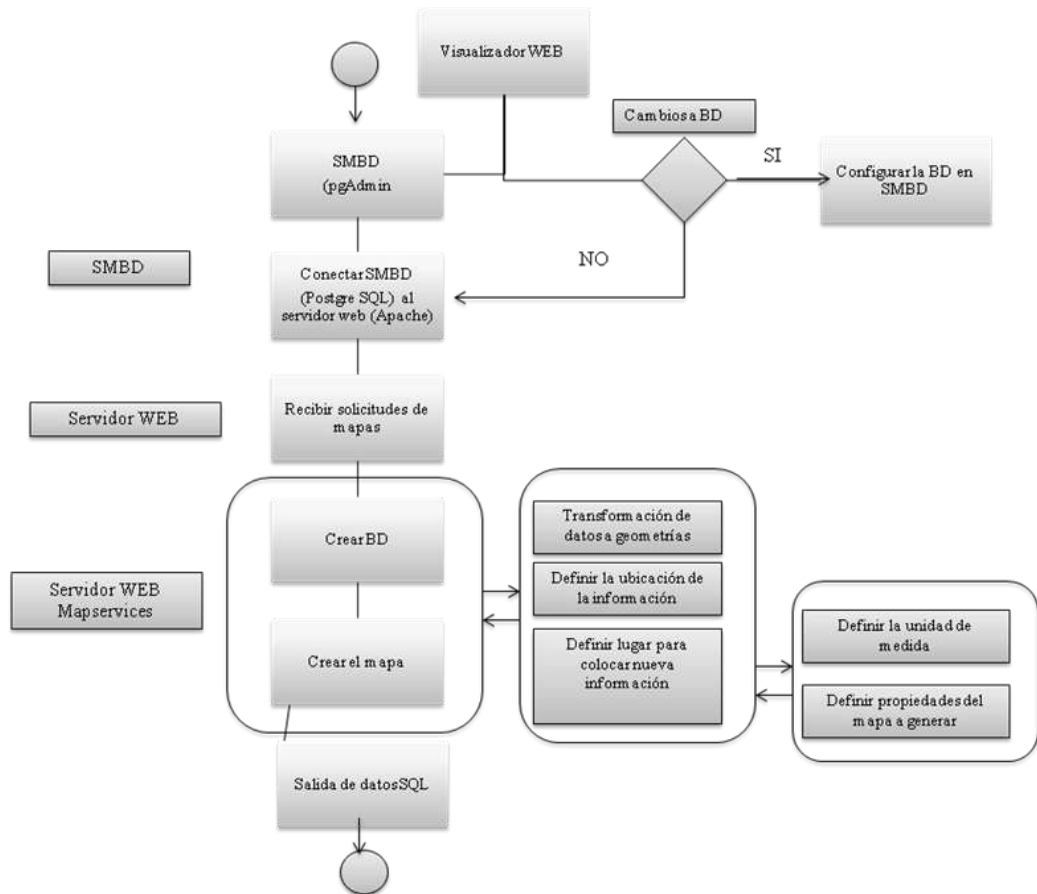


Figura 53: Proceso de archivos en formato SHP a SQL.

Las características de simbología representan:

Inicio del proceso OO

Decisión ◊

Flujo →

Recursos del sistema □

Base de datos BD, Sistema manejador de base de datos SMDB, Fin de proceso ●

- Se delimitó la extensión espacial del mapa a crear, en el sistema de referencia especificado en la proyección ([xmin] [ymin] [xmax] [ymax]), la cual tiene como base la capa de información municipal, que en este caso corresponde a la

capa de mayor nivel jerárquico incluida en el visualizador; el orden de las demás capas que se agregan es de acuerdo al tipo de geometría especificado anteriormente.

- Se homologó la proyección de cada capa de información para su visualización conforme a la escala definida (1:10000), es decir, todas las capas de información se pueden sobreponer para visualizarlas en conjunto.
- Como proceso final para integrar la interfaz, se adaptó la ventana de visualización y leyenda, a partir de personalizar el cliente Pmapper por medio de la modificación de los archivos:
  - Config.ini, con los cuales se definen aspectos funcionales de la interfaz de usuario;
  - Php\_config.php, para establecer las categorías de leyenda y activar o no las herramientas de navegación y adicionales, como print, download, help;
  - Search.SQL, motor de búsqueda para construir las consultas en las bases de datos de cada una de las capas de información.
- Presentación del contenido en cuanto a las herramientas de navegación (zoom, pan), funciones de consulta, de impresión, de medidas de distancia, de descarga de imágenes, etc.

### **Modelo de implementación y despliegue**

Para verificar si el sistema tiene un buen funcionamiento, se realizó el procedimiento de visualización de la información a partir de las consultas realizadas desde el manejador de base de datos y su extensión espacial PostgreSQL/PostGIS, de la siguiente manera:

- Se verificó la existencia de una base de datos con características espaciales llamada “riesgo\_cr”, a partir de implementar el manejador de bases de datos;
- Se corroboró que la base de datos generada tenga por omisión 2 tablas geometry\_columns y spatial\_ref\_sys, de los aspectos geométricos y de sistema de referencia espacial, respectivamente;
- Se cargó la información generada, por medio de un archivo \*.backup (que es la unión de todas las tablas generadas dentro de nuestra base de datos) o por medio de generación de archivos \*.sql, donde se mandan a llamar todos los archivos transformados a partir del \*.shp de forma unitaria;

- Por último, se comprobó por medio de consultas SQL que la información almacenada y la base de datos cumplen con todos los requisitos y funciones para su utilización en el visualizador.

Quedando integrado así el visualizador de información cartográfica Web a escala 1:10000 del Ejido de Comodoro Rivadavia con información de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.

### **El geoportal como recurso para la gestión de riesgo de desastres**

Como resultado se obtuvo el portal Web de acceso público que se puede consultar a través del URL <https://crbemassera.wixsite.com/riesgo-comodoro-copy>.

En este espacio está contenido el visualizador de información de amenazas naturales y antrópicas, vulnerabilidad, riesgo, temporal 2017 de forma gráfica y con los datos ligados los objetos espaciales en formato tabular. En la Figura 54 se visualiza un ejemplo de despliegue de datos.

El diseño final de la interfaz está compuesto por una ventana general que se organiza a su vez en varias ventanas y apartados.

La ventana principal o de vista es donde se dibujan y visualizan las capas de información activas con sus coordenadas extremas, la escala de trabajo, una herramienta de búsqueda de información de forma específica simple y una herramienta de zoom interactiva.

En la posición izquierda de la ventana se cuenta con una barra de herramientas destinadas a la navegación y desplazamiento, que incluye la siguiente iconografía:

- ✓ Zoom in: para ampliar los elementos de una capa temática,
- ✓ Zoom out: reduce la vista de los objetos,
- ✓ Full extent: para llevar el zoom a extensión total de todos los temas de la vista,
- ✓ Previous extent: para regresar a una vista anterior,
- ✓ Next extent: para un zoom posterior,
- ✓ Pan: para “desplazamiento lateral” de los datos,
- ✓ Identificador: herramienta utilizada para consultar los atributos, o propiedades de un objeto (los atributos son recuperados de su tabla y dispuestos en una ventana propia, que muestra sólo las propiedades de los objetos seleccionados),



Figura 54: Visualizador de información geográfica para la gestión de riesgo de desastres.

Fuente: Elaboración personal

El visualizador también cuenta con un área de leyenda, que es un listado dinámico de las capas visibles listo para su consulta, así como con una pequeña descripción de las categorías de cada una de las capas.

En cuanto a las funcionalidades que presenta el sistema, se define la especificación del tipo de capas como polígono, línea o punto; la simbología que brinda la selección de colores, a partir de patrones de medición; los símbolos en función del tipo de capa; las categorías, a cada valor alfanumérico corresponderá un símbolo diferente; las cantidades, para el tamaño de los símbolos, el cual será proporcional a los

valores de las clases; y los rótulos como pequeña información en forma de texto dispuesta en el mapa.

Entre las funcionalidades más sobresalientes del visualizador se encuentra la de consulta espacial, que sirve para encontrar objetos que satisfagan determinadas condiciones requeridas por el usuario.

La consulta espacial puede ser efectuada interactivamente: el usuario va indicando con el mouse los objetos que satisfacen determinada condición, o bien, el usuario puede consultar los atributos de los elementos espaciales a través de la construcción de expresiones SQL que permiten seleccionar los datos.

El SIG riesgos\_cr funciona bajo una plataforma web quedando integrado así el visualizador de datos geográficos con carpetas que contienen información sobre amenazas o peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.

Cabe mencionar que se realizará el mantenimiento con la correspondiente actualización e incorporación de datos. Ese proceso permitirá contar con mayor cantidad de datos geográficos y alfanuméricos, y con un nivel de detalle mayor, que permitirá dinamizar el visualizador potenciando sus funciones.

La página web con el geoservidor será un recurso para emplear en la Municipalidad y Defensa Civil de Comodoro Rivadavia como herramienta de gestión de riesgo de desastres.

## **Capítulo 5: La construcción del riesgo de desastres en Comodoro Rivadavia: degradación ambiental y transformaciones urbanas**

El problema de riesgo urbano aumenta y se manifiesta tanto en el contexto histórico como en el actual; acrecienta su gravedad con el paso del tiempo y de la evolución de la concentración urbana, producto de procesos económicos y de cambio social irreversible, distinto a las experimentadas históricamente. (Lavell, 2009).

La importancia de contar con un SIG que permite ordenar la información, estructurar los mismos mediante catálogos y metadatos, generar la interoperabilidad, registrar datos por temporalidad son muchos de los beneficios para establecer la reconstrucción y preparación a nuevos eventos.

El sistema permite registrar datos de eventos producidos y al mismo tiempo introducir de manera dinámica los daños que se producen en el momento del mismo.

La información geográfica nos permite desarrollar la inteligencia espacial por medio de la integración, la organización y la coordinación para lograr un modelo de gestión integral.

Las oportunidades permiten incorporar las tecnologías de información geoespacial. El desarrollo del proyecto SIG denominado riesgo\_cr, permite desempeñar un papel importante e integral, en disminuir los impactos en la sociedad y responder a preguntas inteligentes.

### **Temporal y desastre en Comodoro Rivadavia entre marzo y abril de 2017**

Las precipitaciones extremas producidas en la ciudad de Comodoro Rivadavia entre el 29 de marzo y el 08 de abril de 2017 han provocado cuantiosas pérdidas materiales y económicas, y han generado una fuerte sensación de vulnerabilidad en la sociedad ante la incertidumbre de que sea un proceso recurrente.

Este tipo de fenómeno con lluvias intensas que en pocos días superan la media anual ha ocurrido en Comodoro Rivadavia en el año 2008, 2010, 2011, y es el resultado de una alteración en los patrones de circulación atmosférica.

La planificación urbana y el desarrollo económico de la ciudad han demostrado ser altamente vulnerable al efecto producido por estas modificaciones climáticas reflejadas en cambios en la distribución de las temperaturas del agua de mar y del continente, y en la variabilidad de las precipitaciones, con incremento en la frecuencia

de eventos de precipitación extrema, menor cantidad de días de lluvia y períodos secos más prolongados. (Paredes, 2017).

La construcción del riesgo de inundaciones en el área de afectación fue un proceso gradual caracterizado por la degradación provocada por la economía relacionada a la extracción del petróleo.

No se logró identificar un grupo de actores responsables en la construcción del riesgo que no fuese la sociedad en su conjunto y las instituciones y sus administradores durante el tiempo que tomó la transformación urbana y periurbana.

### **El uso de los SIG en la planificación de la preparación para desastres.**

Las precipitaciones extremas (cerca de 400 mm) que tuvieron lugar en el sudeste de la provincia de Chubut entre el 29 de marzo y el 08 de abril de 2017 produjeron la activación simultánea de sistemas fluviales efímeros que desembocan dentro y alrededor de la ciudad de Comodoro Rivadavia, con consecuencias catastróficas para el entramado urbano y productivo de la ciudad.

Este hecho permitió validar la hipótesis sobre la importancia del uso de la tecnología SIG en la gestión de riesgo urbano.

La información geográfica sistematizada, actualizada y ordenada admite analizar la ocurrencia de un desastre desde la evaluación, interrelación y síntesis de los datos y con ello anticiparse y contribuir al manejo de los mismos.

En el caso de estudio se observó que la falta de dicha información ocasionó mayor crisis en el momento de tomar decisiones respondiendo a preguntas como:

¿Dónde localizar los centros de evacuados?

¿Dónde circular por la ciudad considerando las calles intransitables?

¿Dónde ubicar los centros de atención primaria y secundaria de la salud?

¿Dónde depositar el lodo contaminado en menor tiempo, menor costo y mejor distribución sin ocasionar riesgo sanitario?

¿Dónde se generan los espacios de riesgo sanitario considerando la falta de agua potable, localización de los asentamientos informales sin servicio y localización de basurales?

El SIG permite incluir la capacidad analítica para derivar conocimientos espaciales y ayudar en la toma de decisiones; y es la razón por la cual debe estar presente en el Municipio de Comodoro Rivadavia.



### **Evaluación de daños para la planificación de la recuperación.**

Luego de la catástrofe, quedó en evidencia la falta de organización con respecto a la recepción y distribución de donaciones, de ayuda a los damnificados, la falta de un protocolo de preparación frente a la emergencia.<sup>20</sup>

La escasa información ordenada y sistematizada, fue uno de los problemas que tuvo que enfrentar quienes toman decisiones en la estructura durante la catástrofe.

El uso de las geotecnologías es importante en las diversas fases de la gestión de riesgos ya que permite el almacenamiento de diversas fuentes en distintos formatos:

- **Prevención, planificación y preparación:** mapas de peligrosidad y mapas de riesgo a diferentes escalas con la incorporación del mapa de usos del suelo actualizado y la simulación de posibles daños esperados. Los mapas elaborados con datos de imágenes satelitales y modelos de cálculo disponibles o ya desarrollados. Ejemplo de ello son los alertas meteorológicos, alerta sobre incendios forestales y control de erosión entre otros.
- **Mitigación:** Una respuesta eficaz se basa en gran medida en disponer de información adecuada, actualizada y precisa. En Comodoro Rivadavia, durante el temporal de abril de 2017, se puso en marcha el GIGAT<sup>21</sup>. El uso de información recopilada en el Laboratorio SIG y Teledetección, los software de código abierto, datos libres fueron importantes para elaborar la cartografía necesaria. El uso de drones o vehículos aéreos no tripulados fue un recurso utilizado por empresas privadas que cubrieron el territorio a solicitud del municipio de Comodoro Rivadavia. Su uso tiene ventajas evidentes de costo, inmediatez y resolución, sin embargo presenta algunos problemas. Hubo poca coordinación con diversas fuentes de información, imágenes no disponibles fácilmente para su posterior análisis y despliegue.
- **Recuperación a corto y largo plazo:** Se debe contemplar y evaluar las necesidades y el escenario con sus aspectos fundamentales para priorizar la movilización de recursos y decidir sobre la asignación de los mismos a las familias afectadas, obras e infraestructura, etc. Los estudios y análisis

<sup>20</sup> <http://www.nosolosig.com/articulos/259-el-uso-de-tecnologias-de-la-informacion-geografica-en-la-gestion-de-riesgos-naturales>

<sup>21</sup> Grupo de Investigación Geografía, acción y territorio. Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Chubut. Argentina

necesarios para una correcta evaluación se basa en el uso de herramientas como los SIG. Por ejemplo la Infraestructura de Datos Espaciales implementada en Argentina (IDERA)

### **Cartografía aplicada a riesgo de desastres a partir de los registros del temporal**

Los registros<sup>22</sup> a través de herramientas como formularios con complementos de información geográfica arrojaron datos referidos a las pérdidas ocasionadas durante el temporal sobre una cantidad de registros volcados por la comunidad afectada.

Luego del procesamiento de datos registrados y conversión a formato vectorial, los resultados arrojados son los que se detallan en la siguiente tabla:

<b>TIPO DE PÉRDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Vivienda total</b>	430
<b>Vivienda parcial</b>	1821
<b>Derrumbe</b>	444
<b>Servicios</b>	104
<b>Anegamiento</b>	443
<b>Vía pública</b>	246
<b>TOTAL</b>	3488

Tabla 5: Cantidad de registros por tipo de daño en viviendas y vía pública. Temporal 2017. Fuente: Elaboración personal con datos registrados por GIGAT <http://geografiayaccion.org>

Los sectores críticos durante el temporal fueron:

- Borde del Cerro Chenque sobre la RN 3 como consecuencia de su origen geológico y geomorfología asociado a un banco de areniscas que genera naturalmente el reptaje.
- Barrio Sismográfica
- Barrio Laprida
- Barrios de zona norte vinculados al escurrimiento de agua por arroyos y cañadones.
- Camino Roque González
- Camino Presidente Perón
- Avenida Chile

<sup>22</sup> Datos relevados por el Grupo de Investigación Geografía, acción y territorio GIGAT <http://geografiayaccion.org/>

- Camino Centenario
- Drenaje de agua superficial del barrio Juan XXIII
- Desagüe de Avenida Polonia
- Canal de Avenida Roca

La cartografía de datos relevados en el período que se produjeron las intensas precipitaciones (abril de 2017) en la región, con consecuencias catastróficas en la ciudad de Comodoro Rivadavia, permiten verificar los resultados del análisis del escenario de riesgo a través de la aplicación SIG con variables de amenaza y vulnerabilidad. (Figuras 54 a 57)

Las actividades antrópicas y usos de la tierra actúan como factores de gran importancia a la hora de determinar el grado de intensidad y frecuencia de los componentes de peligrosidad.

Los principales factores disparadores de los fenómenos de remoción en masa son la acción antrópica (bajo la forma de movilizaciones de material que producen de superación de los ángulos de reposo de los materiales), grandes precipitaciones en cortos períodos de tiempo y la erosión costera.

El mayor grado de peligrosidad se encuentra localizado en la zona sur coincidente con el mayor grado de actividad antrópica y uso intensivo de la tierra. (Figuras 55 y 56)

Las modificaciones de tamaño considerable en todas las redes de drenaje que desembocan dentro de la ciudad de Comodoro Rivadavia, se reflejan en:

1. Desarrollo generalizado de cárcavas dentro de la ciudad y en la zona periurbana, alcanzando en numerosas ocasiones las zonas altas de las redes de drenaje.
2. Procesos de removilización de sedimento alojado dentro de la red de drenaje y su traslado pendiente abajo, depositando parte de su carga dentro de la ciudad y en la desembocadura de los cauces.
3. Inundaciones repentinas de las partes bajas de la ciudad, debido a
  - a. Actividad antrópica sobre cauces inactivos, que impidió el drenaje natural o lo desvió hacia pluviales que resultaron ineficaces.
  - b. Actividad antrópica vinculada a la economía de la región como la explotación de hidrocarburos con la principal cuenca.
  - c. Infraestructura estable permanente sobre antiguos bajos sin salida.

- d. Sectores críticos que interrumpieron la accesibilidad como consecuencia del drenaje ineficiente del agua por las colectoras, con taponamiento y rotura de entubaciones y pluviales, que resultaron de dimensiones menores a las necesarias para evacuar los caudales que tuvieron lugar. (Figura 57)

Otras consecuencias producto de la falta de organización durante la catástrofe fue la localización del lodo contaminado (Figura 58) por ausencia de información para sectorizar y optimizar los recursos empleados para esa tarea.

El producto de amenaza con vulnerabilidad intensificaron las condiciones inseguras en un ambiente físico frágil como consecuencia de localizaciones peligrosas con edificios e infraestructura sin protección y deficiente, débil economía impulsada por la producción petrolera de la región, bajos ingresos en gran parte de la población, migraciones internacionales e interprovinciales, aumento de asentamientos informales por falta de ordenación en el territorio, falta de inversiones, entre otras.

Todo ello se vio reflejado en la falta de preparación frente al riesgo, situación que complica la recuperación.

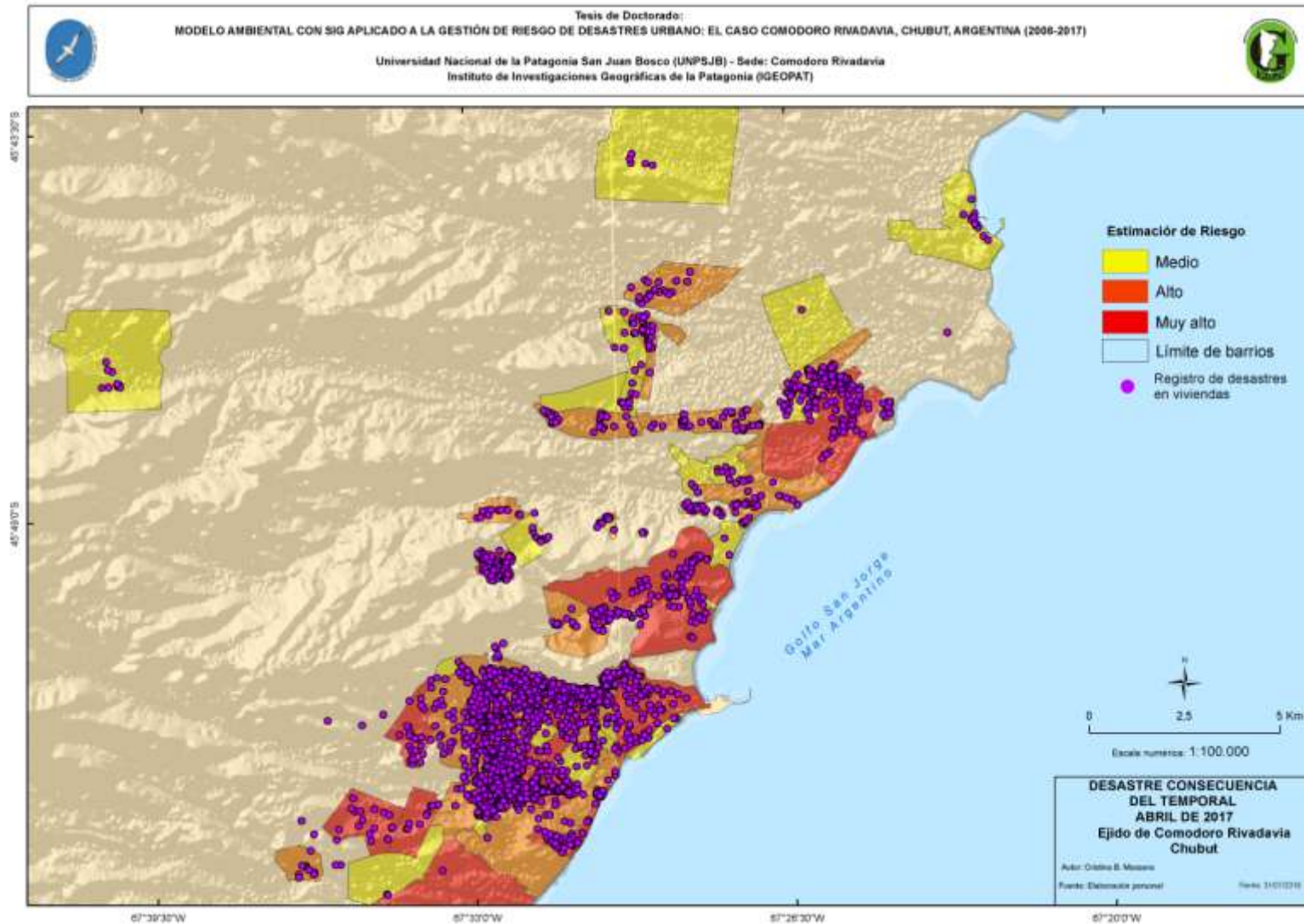


Figura 55: Viviendas afectadas durante el temporal de abril del 2017  
 Fuente: Elaboración personal con datos relevados por el Grupo de investigación GIGAT

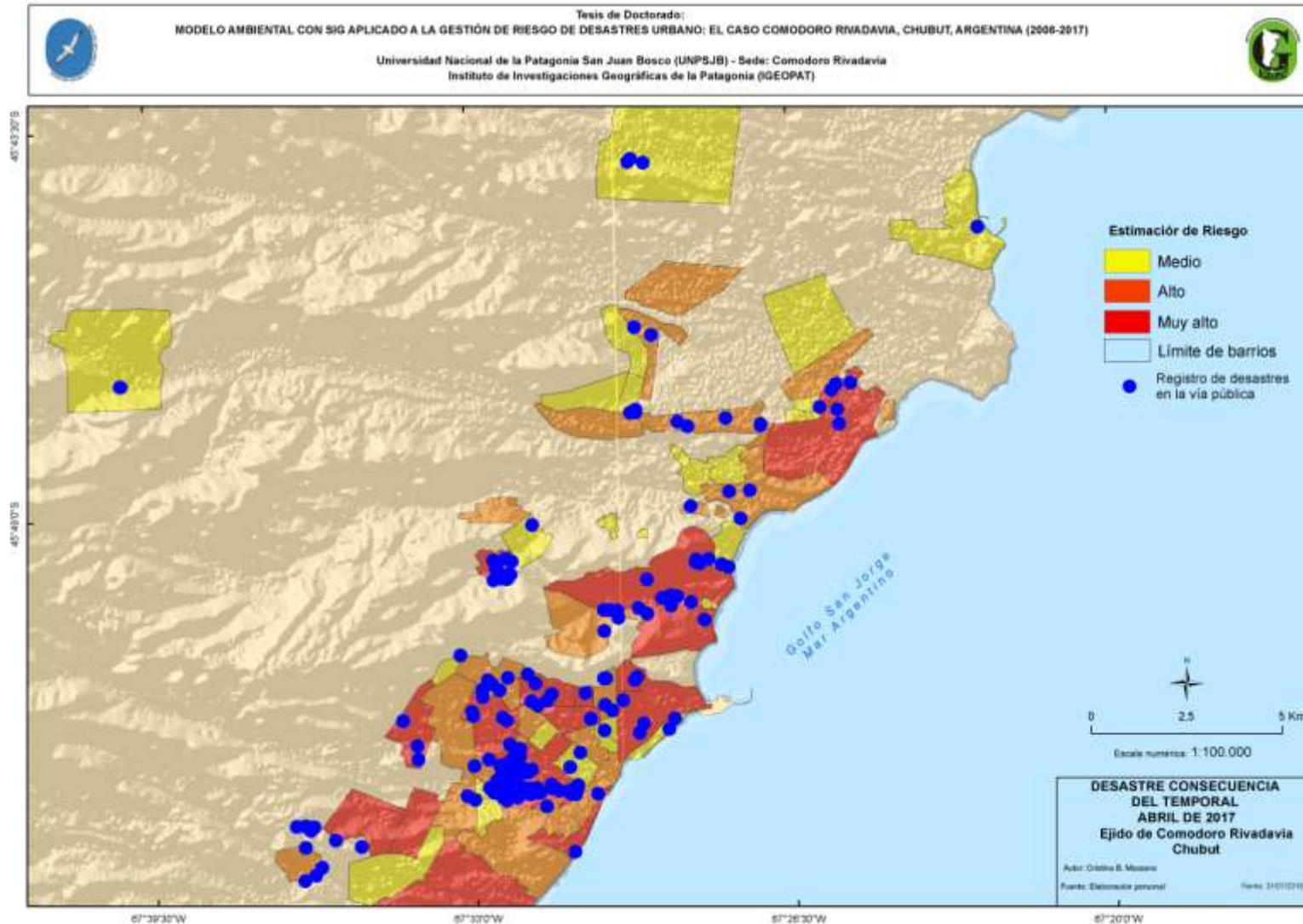


Figura 56: Vía pública afectada durante el temporal de abril del 2017  
 Fuente: Elaboración personal con datos relevados por el Grupo de investigación GIGAT

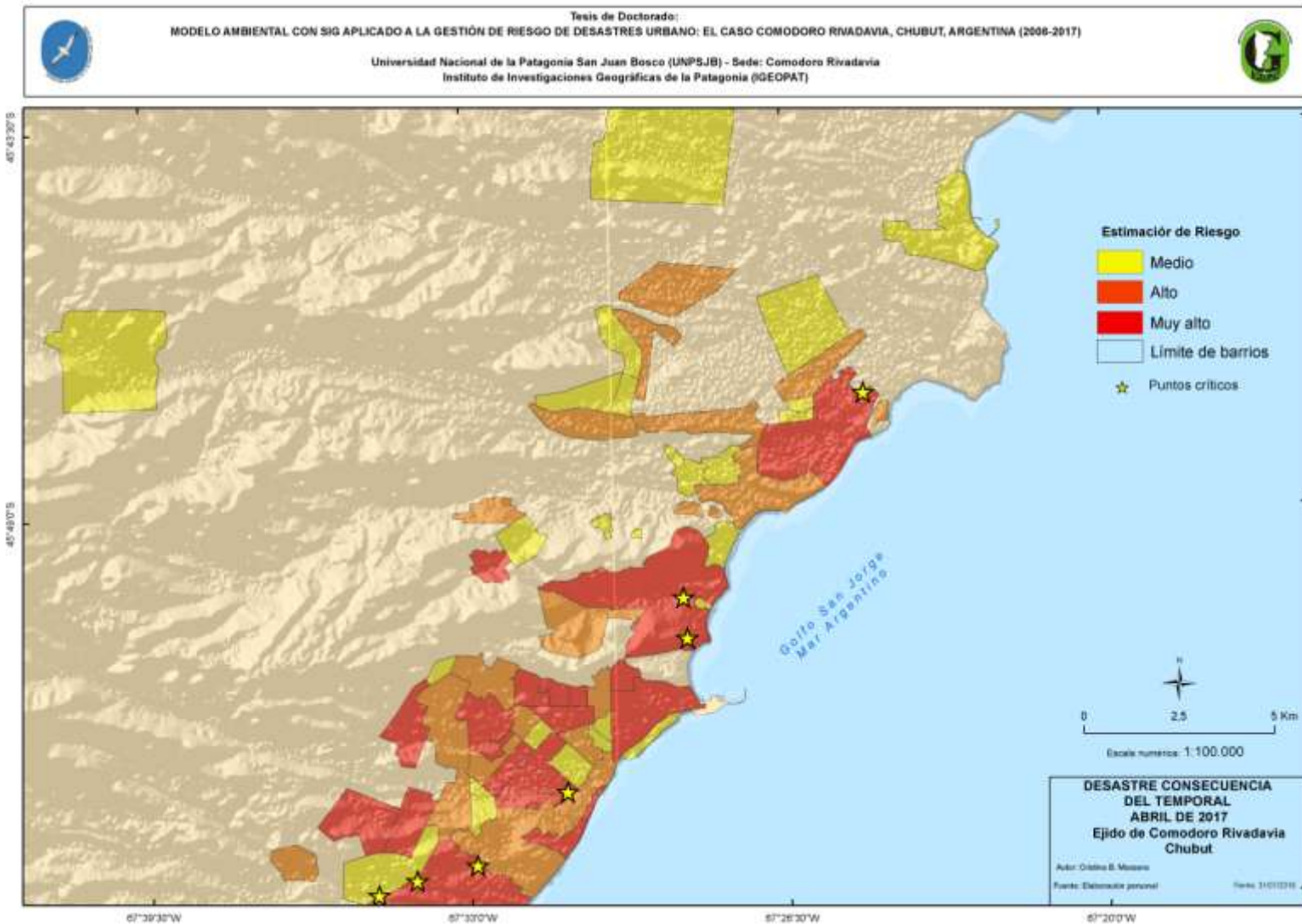


Figura 57: Sectores críticos que modificaron la accesibilidad.  
 Fuente: Elaboración personal con relevamiento de campo.

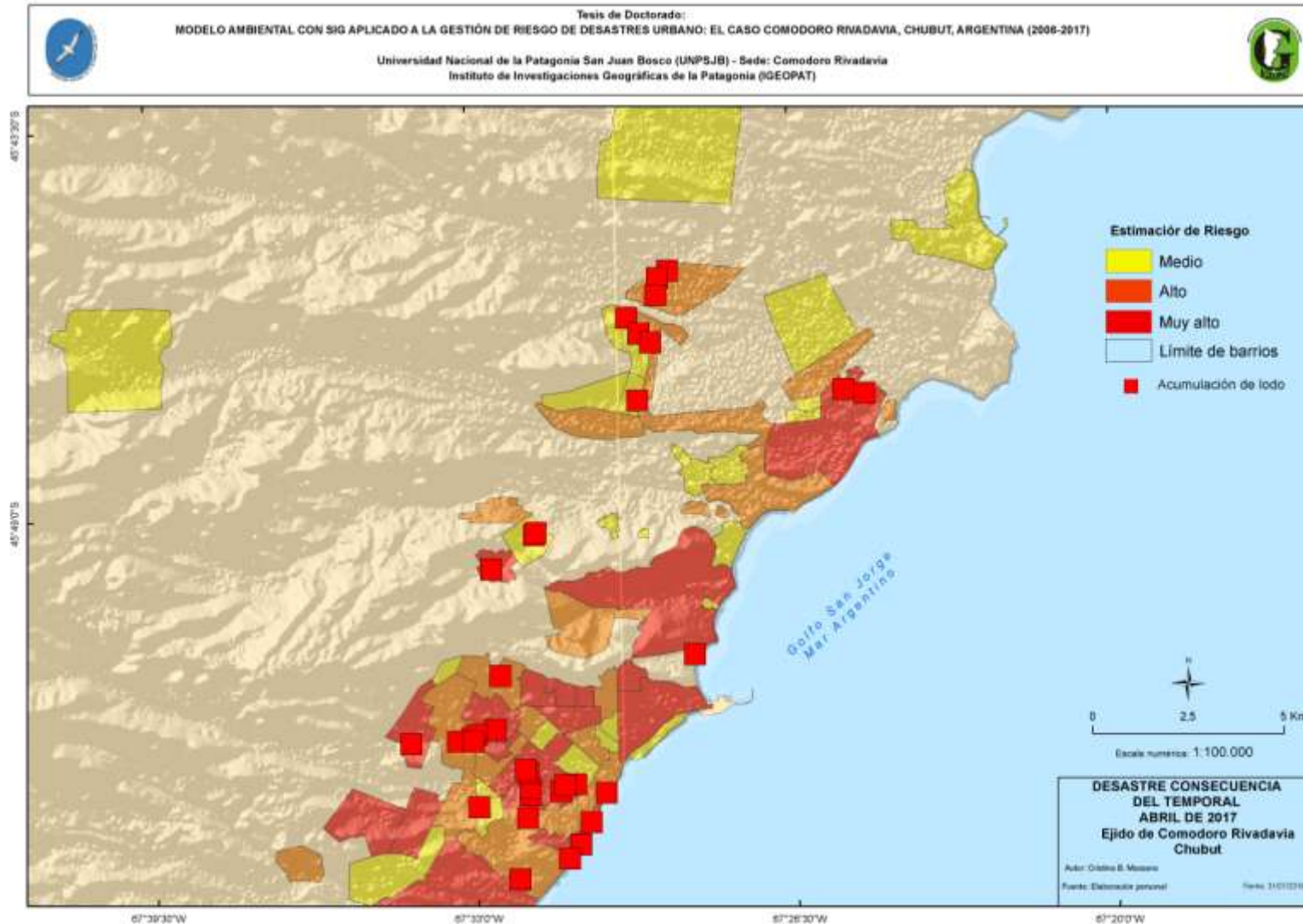


Figura 58: Sectores de acumulación de lodo contaminado.  
 Fuente: Elaboración personal con relevamiento de campo.



## Discusión

El proceso de la gestión del riesgo admite diferentes entradas al problema desde lo sectorial o lo territorial, desde lo social o lo económico, por vía de la gestión ambiental, la gestión del territorio, la consolidación de los medios de vida y las condiciones sociales de vida y por vía del fortalecimiento de la gobernabilidad; por vías estructurales y no estructurales.

De lo precedente se desprende entonces que la gestión del riesgo, significa encarar la irracionalidad actual y enfrentar sus resultados, buscando formas más racionales y equilibradas de desarrollo.

La evidencia general hace notar que la geoinformación es necesaria en todo momento, pero requiere de un análisis complejo de todas sus variables que superen la simple apariencia del visualizar los datos. Es necesario recurrir a los procesos en los cuales se construyen las causas que le dan origen, para encaminar las acciones hacia su gestión.

La gestión del riesgo de desastres debe ir acompañada de la gestión de la información geoespacial contenida en un servidor que de manera permanente debe mantener los datos actualizados.

Así la producción de conocimiento científico permitirá la formulación de políticas públicas, mediante la construcción de un modelo de gestión integral.

Dicha producción permitirá generar un espacio para localizar los problemas y establecer propuestas de mejora tendientes a la justicia y equidad espacial.

Las temáticas que son de interés en la gestión de riesgo de desastre urbano están asociados a:

- Ausencia de registro de eventos adversos y falta de registros de procesos históricos.
- Procesos de transformaciones territoriales, localización de asentamientos espontáneos, tierras vacantes, tierras fiscales, barrios sin planificación.
- Fragmentación, superposición, redundancia, desconexión, desarticulación que conducen a la desinformación.
- Localización de cavas, basurales clandestinos, falta de agua potable, falta de infraestructura de sistema de cloacas, efluentes clandestinos, entre otros para evaluar el riesgo sanitario.

## Conclusiones

La población y economía mundial son hoy en día predominantemente urbanas. En América Latina más del 75 por ciento de la población, habita espacios urbanos de diversos tamaños. La concentración de la economía, de la cultura, de la inversión y del poder político es aún más acentuada.

La mayoría de las ciudades del mundo están ubicadas en áreas de gran amenaza física, como lo son infinitos números de ciudades de tamaño intermedio y pequeño. En los países en vías de desarrollo estas ciudades están tipificadas por niveles altos y crecientes de vulnerabilidad social.

Esta vulnerabilidad no solamente se expresa en términos de los impactos sufridos, sino también en lo débil de los esquemas de respuesta y las dificultades experimentadas en la rehabilitación y la reconstrucción. (Lavell, 2010)

El riesgo de desastre es un proceso social caracterizado por la coincidencia, en el mismo tiempo y territorio, de eventos físicos potencialmente peligrosos, y elementos socioeconómicos expuestos ante éstos en condición de vulnerabilidad.

Considerando las hipótesis planteadas, y a partir del evento de desastre ocurrido en la ciudad en el año 2017, se verifica que la evaluación de escenarios de riesgo urbano, está en relación directa con las características sociales, económicas, culturales e institucionales de la ciudad, lo que permite generar modelos para enfrentar las emergencias y posterior reconstrucción y desarrollo.

El uso de herramientas SIG permite el análisis espacial, con sus variados métodos y técnicas, con la ventaja de integrar datos ambientales y socioeconómicos para la evaluación del riesgo. De allí la ventaja de aplicar SIG en la toma de decisiones es el uso eficiente de múltiples análisis variando parámetros y creando panoramas alternos en un contexto geoespacial.

El modelo ambiental de riesgo urbano admite resolver problemas de cuantificación, de representación espacial y temporal, de escala y de complejidad; permite analizar la ocurrencia de un desastre desde la evaluación, interrelación y síntesis de los datos y con ello anticiparse y contribuir al manejo de los mismos.

La urbanización sostenible es un proceso que promueve un enfoque integrado en los tres pilares del desarrollo sostenible: social, económico y ambiental.

Los principios de la urbanización sostenible implican:

- Tierras, infraestructura, servicios, movilidad y viviendas accesibles y a favor de personas con bajos recursos.

- Un desarrollo social inclusivo.
- Un entorno ambiental seguro y eficiente en materia de contaminación.
- Procesos de planificación y toma de decisiones participativos.
- Economías locales dinámicas y competitivas que promueven un trabajo y medios de subsistencia dignos.
- La garantía de no discriminación y derechos equitativos para la ciudad.
- La potenciación de las ciudades y las comunidades para que planifiquen y gestionen de forma eficaz la adversidad y el cambio y mejoren su resiliencia.

La Municipalidad de Comodoro Rivadavia no posee un desarrollo sobre tecnología geoespacial que permita la organización, mantenimiento y actualización de información geográfica.

Es necesario crecer en este sentido para fomentar y capacitar al recurso humano como administradores de base de datos, especialistas en geoservicios, desarrolladores SIG, especialistas en vinculación y relaciones de tablas a través de SQL.

El camino que se debe recorrer para instalar el Proyecto Riesgo Urbano en Defensa Civil de Comodoro Rivadavia no es sencillo pero si es posible con la suma de voluntades y decisiones políticas que permitan lograr el objetivo. Para ello es necesario hacer conocer los SIG, y trabajar con la administración municipal para llegar a la modernización y/o actualización de los procesos y procedimientos existentes.

La fragmentación, dispersión, desactualización o inexistencia de información clave para una efectiva y transparente gestión municipal, se debe minimizar en las distintas áreas de la organización para aplicar en la gestión de riesgo urbano de Comodoro Rivadavia.

Es por ello que se plantea la necesidad de lograr la institucionalización del área específica en el municipio a través la creación de una normativa en el ámbito de la estructura orgánica municipal vinculada a la gestión de riesgo urbano.

Los SIG han demostrado ser una herramienta valiosa para la administración, consulta, visualización y análisis de datos geoespaciales, y por ende para su aplicación en temas relacionados con el riesgo de desastres urbanos.

Asimismo, el avance de las tecnologías de información en comunicación ha logrado que estos sistemas mejoren en cuanto a distribución o publicación masiva de

datos a través de Internet, lo que ha impulsado en las últimas décadas el desarrollo de proyectos en temática geoespacial.

La construcción del visualizador ha sido posible gracias a las tecnologías de información, que permiten trabajar datos georreferenciados sin necesidad de contar con el software instalado en equipos locales, lo que facilita socializar la información con procedimientos sencillos, tanto de acceso como de consulta, a través de un navegador en Internet.

Contribuye también la utilización de software libre como una alternativa para desarrollar herramientas a bajo costo, que apoyen la investigación académica-tecnológica, tanto en el campo de riesgo natural/antrópico como en todos aquéllos relacionados con la dimensión espacial de la realidad.

El sistema es un aporte de fundamental importancia para Defensa Civil de Comodoro Rivadavia. El mismo será implementado con el asesoramiento para el mantenimiento y actualización de los datos permitiendo registrar los eventos que se desarrollen en la ciudad y además marcar significativamente los hechos históricos que ya se han producido. A medida que se incorporen datos el análisis espacial permitirá tomar decisiones más acertadas en menor tiempo.

## Citas bibliográficas

### Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica

Alpizar, M. (2009). Educación y Reducción de Riesgos y Desastres en Centroamérica: Gestión del Riesgo. San José de Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana. Primera Edición. Pps. 21 y 22

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. y Wisner, B., (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Colombia: Tercer Mundo Editores. Primera edición. Pp. 30.

Buzai G. D. (2010) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones. Editorial Impresiones Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. pp.65-81. 703p.

Cardona, O. D., (1993). “Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo”. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Maskrey, A. (Ed). Los desastres no son naturales. LA RED de Estudios Sociales. Pp. 51-74.

GWSP. (2005). The Global Water System Project: Science Framework and Implementation Activities. Earth System Science Partnership (DIVERSITAS, IGBP, IHDP, WCRP) Report No. 3; 78 pp.

Chuisisengo, O. y Gamarra, L. (2005). Propuesta Metodológica para la gestión local de riesgos de desastres. Una experiencia práctica. Lima. Pp. 1-2.

EIRD. (2009). Ob. Cit. Pp 18

García, V. (1993). Enfoques Teóricos para el estudio histórico de los Desastres Naturales, en, Los Desastres No Son Naturales. Andrew Maskrey (Compilador). Colombia: La RED & ITDG. Primera Edición. Pp. 158.

García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., Y López, P. (2006). Sistemas de Información Geográfica para el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.espejos.unesco.org/uy/simplac2002/ponencias/geom%20tica%202002/GEO50.doc> . [Consulta: 2006, diciembre 17].

Gares, P.; Sherman, D. y Nordstrom, K, (1994). “Geomorphology and natural hazards”. Geomorphology (10): 1-18.

Lavell, A., (2000). “Desastres urbanos: una visión global”. 1-11. Pp. 4 LA RED de estudiosSociales.<http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/duuvvg/index.html>.

Lavell, A., (2000). "Gestión de Riesgos ambientales urbanos". 1-11. Pp. 8 LA RED de Estudios Sociales.

<http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/duuvvg/index.html>.

Lavell, A., (2011). Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica. Secretaría General de la FLACSO y La Red para el Estudio Social de la Prevención de Desastres en América Latina. Elaborado en el marco del Proyecto UICN-FLACSO sobre Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.

Lavell, A. y Argüello, M., (2003). "Gestión de riesgos: un enfoque prospectivo". Colección Cuadernos de Prospectiva 3. PNUD, 23-37pp.

Lo, C. P., Yeung, A. K. W., (2007). Concepts and techniques of geographic information systems, 2 Ed, New Delhi: Prentice-Hall, 518-532.

Maskrey, A. (1998) "Estrategias para el diseño e implementación de aplicaciones SIG para el análisis de riesgos". En Navegando entre Brumas. Capítulo 3, páginas 39-59. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

Narváez, L., (2009). La Gestión del Riesgo de Desastres. Un enfoque basado en procesos. Lima: Comunidad Andina. Secretaría General. Primera edición. Pp. 11-33

Pusineri, G (2004). Aplicación de sistemas de información geográfica para la prevención de riesgos y la formulación de planes de contingencia en inundaciones. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) Lima, Perú. Japón. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). 2004. Lima. PE. Recuperado de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc15740/doc15740.htm#sthash.hkYoD5VP.dpu>

Reuter, A. F.(2006) Sistemas de Información Geográfica. Modelos. Datos. Información. Base de datos. Serie didáctica N° 25. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero E-Book ISBN 978-987-1676-37-8. Fecha de catalogación: 19/12/2014. 2-4 pp.

United Nations Development Programme UNDP (2010) en página consultada en <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis%20prevention/disaster/Reduccion-Gestion%20del%20Riesgo%20Urbano.pdf> 2010

Wilches Chaux, G., (1993). Cap. II “La vulnerabilidad Global”. En: Andrew Maskrey (Ed.). Los desastres no son naturales: LA RED de estudios sociales. Primera edición. Bogotá. Colombia. 9-50 pp.

Wilches Chaux, G., (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador ó Yo voy a correr el riesgo. Quito: LA RED, ITDG. Pp. 18.

## **Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG**

Caloni, N. (2010) Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la generación de cartografía de riesgos tecnológicos en la comunidad de Madrid. 421-449 pp. en Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones. Editorial Impresiones Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. 703p.

García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., Y López, P. (2006). Sistemas de Información Geográfica para el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.espejos.unesco.org.uy/simplac2002/ponencias/geom%20tica%202002/GEO50.doc> . [Consulta: 2006, diciembre 17].

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2006) Los Sistemas de Información Geográfica. Geoenseñanza, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 107-116. Universidad de los Andes. San Cristóbal, Venezuela. p.107- 116. ISSN 1316-60-77 Tomado de: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001> Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010> 108 pp.

## **Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia**

Alonso I., Vilas F., Alcántara- Carrió J., (2000). Importancia de la escala temporal en estudios de dinámica litoral. Geomorfología litoral. Procesos activos. Editores: J. R. Andrés y F. J. Gracia. España. 31-43.

Anselmi, G., J. L. Panza, J. M. Cortés, D. Ragona y A. Gennini, (1999). Hoja Geológica El Sombrero 4569-II. Provincia del Chubut. Escala 1:250.000. Boletín N° 271, SEGEMAR.

Bondel, C. S (2008) "Descripción, caracterización territorial y delimitación de Unidades de Gestión Comunitaria (UGC)". Trabajo inédito. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. UNPSJB. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Cabral Marques, D. (2017) "Comodoro Rivadavia: Una ciudad de reciente integración urbana, de constitución compleja y con dificultades para pensarse/diseñarse a sí misma". Trabajo inédito presentado en las Jornadas Científicas Universidad, agua y sociedad: "Todos por Comodoro". UNPSJB, 22 y 23 de junio de 2017. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Chacón, J., C. Irigaray, R. El Hamdouni y T. Fernández, (1996). Consideraciones sobre los riesgos derivados de los movimientos del terreno, su variada naturaleza y las dificultades de su evaluación. 6° Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Granada. T.: 407- 418.

Coronato, F y del Valle, H. (1988). "Caracterización hídrica de las cuencas hidrográficas de la Provincia del Chubut". CENPAT-CONICET. 190 pp. Puerto Madryn. Chubut. Argentina.

Cravero, R. (2002) Medidas de mitigación y prevención en la ladera sur del Co Hermitte. Comodoro Rivadavia. Provincia de Chubut. Serie contribuciones técnicas Peligrosidad Geológica. 6. ISSN 0328-9052. Instituto de geología y recursos minerales. SEGEMAR. Buenos Aires. Argentina. Pp 1-11.

Crespo, E.L.; (2003), "Madres, esposas, reinas...Petróleo, mujeres y nacionalismo en Comodoro Rivadavia durante los años del primer peronismo" en Mirta Zaida Lobato (Editora), *Cuando las mujeres reinaban. Belleza, virtud y poder en la Argentina del siglo XX*, Bs.As., Biblos, 2005, pp.143-174.

Curtit G. (2003). Ciudad, gestión local y nuevos desafíos ambientales. Espacio. Buenos Aires.

Gómez, A; Iantanos, N; Jones, M., (2003). "Dinámica Costera de la ciudad de Comodoro Rivadavia". Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.

González, M. A., (2002). Estudio de peligrosidad geológica en el Barrio Sismográfica, Provincia de Chubut. DGAA. SEGEMAR. Serie Contribuciones Técnicas. Peligrosidad Geológica N° 4.

Guillén, J., (2000). Variabilidad del tamaño del sedimento en la zona litoral. Geomorfología litoral. Procesos activos. Editores: J. R. Andrés y F. J. Gracia. España. . 45- 60

Hirtz N.; Grizinik M.; Prez H.; Tejedo A.; Blanchakis A.; Stronati M. y Cavallaro S. (2000) Uso de Mapas temáticos en la confección de la carta geoambiental de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. FCN. UNPSJB y Subsecretaría de Minería. Servicio Geológico Minero.



Lavell, A. (1999). *Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos*. FLACSO. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

ONU (2012) "Cómo desarrollar ciudades más resilientes Un Manual para líderes de los gobiernos locales" *Una contribución a la Campaña Mundial 2010-2015*. Naciones Unidas, Ginebra.

Paredes, J. M. (comp) (2017) Informe Técnico "Sistema fluviales efímeros de inundaciones repentinas de la ciudad de Comodoro Rivadavia: Causas, procesos y mitigaciones." UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina. pp. 12-17.

Polanski J., (1966). *Flujos rápidos de escombros rocosos en zonas áridas y volcánicas*. EUDEBA Editorial Universitaria de Buenos Aires. 67 págs.

Tejedo, A., Pereyra, F., Anielli de Clavijo, C., Jones, M., (2000). *Carta de Peligrosidad Geológica Comodoro Rivadavia, 4566- III. Provincia del Chubut*.

Varnes, D. J. (1984) and Iaeg Commission On Landslides And Other Mass Movements On Slopes. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. UNESCO. 63 pp.

WP/WLI (Working Party on Landslide Inventory), 1995. A suggested method for describing the rate of movement of a landslide. *Bulletin of IAEG N° 52:75-78*.

#### **Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano**

Poveda, B. M.; López Vázquez, C. (2012). *Fundamentos de la Infraestructura de Datos Espaciales* UPM Press. Madrid. España.

Campos Vargas, M. y otros (2010). "Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales". *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Volumen 63, núm. 1, 2010, p. 71-82.

#### **Capítulo 5: La implementación del SIG para la gestión del riesgo de desastres urbano.**

Lavell, A. (2009) "La gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos" *Comunidad Andina*. Lima. Perú. pp.25-28.

Paredes, J.M. (2017), Ocampo, S.M., Foix, N., Olazábal, S.X., Fernández, M.A., Montes, A., Castro, I., Maza, W., Allard, J.O., Rodríguez, S., San Martín, C., Simeoni, A., Mendos, G., Quagliano, J.A., Turra, J.M., Maino, J., Sánchez, F., Valle, M.N., 2017. *Sistemas fluviales efímeros e inundaciones repentinas de la ciudad de Comodoro Rivadavia: causas, procesos y mitigaciones*. Informe Técnico FCNyCS. UNPSJB, p. 1-44. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.

## Bibliografía consultada

### Capítulo 1: Riesgo como función compleja y dinámica

Aronoff, S. (1989) *Geographic Information Systems: A management perspective*. WDL Publications. Ottawa, Canadá. 286 páginas;

Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I. y Wisner, B., (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. 292p. LA RED. Primera Edición.

Gallopín, Gilberto C. (2006) Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16 293–303. [www.elsevier.com/locate/gloenvcha](http://www.elsevier.com/locate/gloenvcha).

Burga, R., (2015) *La gestión del Riesgo de Desastres. Elementos para su comprensión e intervención local*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque - Perú. Pp.6.

Burton, I.; Kates, R. y White, G., 1993. *The environment as hazard*. 290p. Second Edition. The Guilford Press. New York.

Buzai, G.D. (2010). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica: Aspectos conceptuales y aplicaciones*. GESIG. Buenos Aires. Argentina. 700 pp.

Buzai, G. (2013). *Sistemas de Información Geográfica (SIG) Teoría y Aplicación* GESIG, Universidad Nacional de Luján, Luján, Argentina. ISBN 978-987-9285-43-5. Pp. 19-32.

Cardona, Omar Darío. (2001) “Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo”. *La Red de estudios sociales para la prevención de desastres en América Latina*.

Ferradas, P. y Medina, N. (2003). *Riesgos de Desastre y Derechos de la Niñez*. Lima: ITDG. Pp. 10.

García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., Y López, P. (2006). *Sistemas de Información Geográfica para el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba*. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.espejos.unesco.org/uy/simplac2002/ponencias/geom%20tica%202002/GEO50.doc> . [Consulta: 2006, diciembre 17].

Lavell, A., (1996). *Desastres urbanos: una visión global* 18-28. *Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. <http://www.desenredando.org>

Lavell, A., (2000). "Desastres urbanos: una visión global". 1-11. Pp. 4 LA RED de estudios Sociales. <http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/duuvvg/index.html>.

Lavell, A., (2000). "Gestión de Riesgos ambientales urbanos". 1-11. Pp. 8 La Red de estudios sociales: en

<http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/duuvvg/index.html>.

Lavell, A., (2011). Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica. Secretaría General de la FLACSO y La Red para el Estudio Social de la Prevención de Desastres en América Latina. Elaborado en el marco del Proyecto UICN-FLACSO sobre Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.

Lavell, A. y Argüello, M., (2003). "Gestión de riesgos: un enfoque prospectivo". Colección Cuadernos de Prospectiva 3. PNUD, 23-37pp.

Lo, C. P., Yeung, A. K. W., (2007). Concepts and techniques of geographic information systems, 2 Ed, New Delhi: Prentice-Hall, 518-532.

Maskrey, A. (1993). Vulnerabilidad y Mitigación de Desastres, en Los Desastres No Son Naturales. Andrew Maskrey (Compilador). Colombia: La RED & ITDG. Primera Edición. Pp. 112

Maskrey, A. (1998) "Estrategias para el diseño e implementación de aplicaciones SIG para el análisis de riesgos". En Navegando entre Brumas. Capítulo 3, páginas 39-59. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org)

Monti, A. (2011) La peligrosidad de sitio en escenarios de riesgos complejos: una propuesta de clasificación integral. En revista digital Volumen 10 N° 2. Párrafos Geográficos. IGEOPAT. UNPSJB. <http://igeopat.org/parrafosgeograficos/> ISSN 1853-9424. Chubut. Argentina.

Torres, F. y Castillo, M. (2012). El proyecto minero Conga, Perú: Riesgo de Desastre en una sociedad agraria competitiva. Cajamarca: GRUFIDES. Pp. 04.

Wilches Chaux, G., (1993). Cap. II "La vulnerabilidad Global". En: Andrew Maskrey (Ed.). Los desastres no son naturales: LA RED de estudios sociales. Primera edición. Bogotá. Colombia. 9-50 pp.

## **Capítulo 2: Modelo de riesgo urbano e implementación de aplicaciones SIG**

Allen, P. M. (1997) Cities and Regions as Self-Organizing Systems: Models of Complexity, Gordon and Breach Science Publishers. Amsterdam. p. 7-16.

Anderson, J. R.; Hardy, E. E.; Roach, J. T. y Witmer, R. E. (1976) A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. U.S. Geological Survey Professional Paper. N° 964.

Aronoff, S. (1989) Geographic Information Systems: A management perspective. WDL Publications. Ottawa, Canadá. 286 páginas.

Barros, J. X. (2004) Urban Growth in Latin American Cities Exploring urban dynamics through agent based simulation. University of London.

Batty, M. (2000) Less Is More, More Is Different: Complexity, Cities, and Emergence. Environment and Planning B: Planning and Design. Vol. 27. N° 2. p. 167-168.

Bazant, J. (1983) Manual de Diseño Urbano. Editorial Trillas. México. p. 148-170.

Buzai, G. D. (2005) Actualización de cálculos y distribuciones espaciales a través de Cadenas de Markov y Autómatas Celulares: Pérdida de suelos en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Primeras Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes. 2005. [En Línea]: <http://www.gepama.com.ar/buzai/publicaciones/Buzai-JEP.pdf> Acceso: 4 de Septiembre de 2010.

Buzai, G. D. y Baxendale, C. A. (2006) Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA). Argentina. 400 p.

Buzai G. D. (2010) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones. Editorial Impresiones Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. pp.65-81. 703p.

Chair, T. O. J.; Belytschko, T.; Fish, J.; Hughes, T. J. R.; Johnson, C.; Keyes, D.; Laub, A.; Petzold, L.; Srolovitz, D. y Yip, S. (2006) Simulation – Based Engineering Science. Report of the National Science Foundation Blue Ribbon Panel on Simulation-Based Engineering Science. 88 p. [En Línea]: [http://www.nsf.gov/pubs/reports/sbes\\_final\\_report.pdf](http://www.nsf.gov/pubs/reports/sbes_final_report.pdf) Acceso: 12 de Febrero de 2014.

Chuvieco, E. (2008) Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Editorial Ariel S. A. 3ª Edición. Barcelona. 610 p.

Clarke, K. C. y Silva E.A. (2002) Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. Computers, Environment and Urban Systems. N° 26. p. 525–552. [En Línea]: <http://uwf.edu/zhu/evr6930/21.pdf> Acceso: 16 de Enero de 2011.

García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., Y López, P. (2006). Sistemas de Información Geográfica para el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de

Santiago de Cuba. [Artículo en línea]. Disponible en: <http://www.espejos.unesco.org.uy/simplac2002/ponencias/geom%E1tica%202002/GEO50.doc> . [Consulta: 2006, diciembre 17].

Gross, L. J. (2000) Use of Computer Systems and Models. Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press.

Hartmann, S. (1996) The World as a Process: Simulations in the Natural and Social Sciences. (Hegselmann et al. Ed.). Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View. Theory and Decision Library. 1996. p. 77–100. [En Línea]: <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00002412/> Acceso: 16 de Noviembre de 2015.

Hernández, D. (2006) Conceptos básicos de la orientación por objetos. Universidad de Los Andes. Bogotá. Colombia.

Henríquez, C.; Azócar, G. y Aguayo, M. (2006) Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII región del Biobío, Chile. Revista de Geografía Norte Grande. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. N° 36. p. 61-74.

Hirtz N.; Grizinik M.; Prez H.; Tejado A.; Blanchakis A.; Stronati M. y Cavallaro S. (2000) Uso de Mapas temáticos en la confección de la carta geoambiental de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. FCN. UNPSJB y Subsecretaría de Minería. Servicio Geológico Minero.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2006) Los Sistemas de Información Geográfica. Geoenseñanza, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 107-116. Universidad de los Andes. San Cristóbal, Venezuela. p.107- 116. ISSN 1316-60-77 Tomado de: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001> Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010> 108 pp.

Lan, D.; Linares, S.; Di Nucci, J. y López Pons, M. (2010) La lógica de la organización espacial en la Ciudad de Tandil. (Elias, D.; Sposito, M.; Encarnação, B.; Soares, B. R. Org.). Agentes econômicos e reestruturação urbana e regional: Tandil e Uberlândia. São Paulo. p. 29-155.

López, V. H.; Bosque, J. y Gómez, M. (2008) Flexibilidad de los SIG para asistir a la toma de decisiones espaciales. XI Coloquio Ibérico de Geografía. p. 1-20.

Munizaga, G. (2000) Diseño Urbano: Teoría y Método. 2ª edición. Universidad Católica de Chile y Alfaomega grupo editor. México. p. 27-45.

Narváez, L. y otros. (2009). "La Gestión del Riesgo de Desastres. Un enfoque basado en procesos". Lima: Comunidad Andina. Secretaría General. Primera edición.

Wilches Chaux, G. (1998). "Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador ó Yo voy a correr el riesgo". Quito: LA RED, ITDG.

Oguz, H.; Klein, A. G. y Srinivasan, R. (2007) Using the Sleuth Urban Growth Model to Simulate the Impacts of Future Policy Scenarios on Urban Land Use in the Houston-Galveston-Brazoria CMSA. Research Journal of Social Sciences. INSInet Publication. N° 2. p. 72-82. [En Línea]: <http://www.aensionline.com/rjss/rjss/2007/72-82.pdf> Acceso: 16 de Febrero de 2011.

Ordóñez, C.; Martínez-Alegría, R. (2003). Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones prácticas con Idrizi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales. Editorial RA-MA. Madrid. España. 7-10:225.

Orueta, A.; Ruiz Pérez, M.; Seguí Pons, J. (1995). Prácticas de análisis espacial. Editorial oikos-tau. Barcelona. España. P.p. 379.

Pusineri, G (2004). Aplicación de sistemas de información geográfica para la prevención de riesgos y la formulación de planes de contingencia en inundaciones. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) Lima, Perú. Japón. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). 2004. Lima. PE. Recuperado de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc15740/doc15740.htm#sthash.hkYoD5VP.dpu>

Reuter, A. F. (2006) Sistemas de Información Geográfica. Modelos. Datos. Información. Base de datos. Serie didáctica N° 25. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero E-Book ISBN 978-987-1676-37-8. Fecha de catalogación: 19/12/2014. 2-4 pp.

Tobler, W. A (1979) Transformational view of cartography. The American Cartographer. N° 6. p. 101-106. [En Línea]: [http://www.geog.ucsb.edu/~guan/courses/128\\_Spring07/readings/Tobler\\_1979.pdf](http://www.geog.ucsb.edu/~guan/courses/128_Spring07/readings/Tobler_1979.pdf) Acceso: 5 de Noviembre de 2010.

Wilson, A. G. (1980) Geografía y Planeamiento urbano y regional. Oikos-Tau. Barcelona. 460 p.

### Capítulo 3: Las características del riesgo ambiental urbano en Comodoro Rivadavia

Beguiristain, S., Roccatagliata, J. A., (1984). La ocupación y la organización de los espacios litorales en la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios geográficos. Series Aportes al Pensamiento Geográfico. Buenos Aires.

Cabral Marques, D. (2005) Edda Lía Crespo “Entre el petróleo y el carbón: empresas estatales, trabajadores e identidades sociolaborales en la Patagonia Austral durante el período territorialiano (1907-1955)”, en Susana Bandieri , Graciela Blanco G. y Gladis Varela, Hecho en Patagonia. La historia en perspectiva regional, Neuquén, CEHIR-EDUCO, Universidad Nacional del Comahue. Pp. 301-347.

Cesari, O. & Simeoni, A., (1994). Planicies fluvio-glaciales terrazadas y bajos eólicos de Patagonia Central, Argentina. Zbl. geol. Paläont. Teil I, 1993 (1/2): 155- 163; Stuttgart.

Cionchi, J. L., Alvarez, J. R., del Río, A., (1993). Efecto antrópico en el retroceso de la línea de costadel partido de general Pueyrredón (provincia de Buenos Aires). XII Congreso geológico Argentino y II Congreso de exploración de hidrocarburos. Actas T° VI (318- 322).

Codignotto, O., (1984). Estratigrafía y geomorfología del Pleistoceno- holoceno costero entre los paralelos 53° 30´ Sur y 42° 00´ Sur. IX Congreso Geológico Argentino, Actas III: 513- 519. s. C. de Bariloche.

Codignotto, O., (1987). Glosario Geomorfológico Marino. Asociación Geológica Argentina. Buenos Aires.

Codignotto, J. O., Kokot, R. R., Marcomini, S. C., (1993). Desplazamientos verticales y horizontales de la costa Argentina en el Holoceno. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 48 (2) : 125-132.

Del Valle, M. C., (1997). Riesgo geológico en poblaciones costeras de Patagonia. Beca de iniciación. Informe preliminar. Departamento de Ciencias Geológicas, FCyN, UBA. Buenos Aires.

Feruglio, E., (1950). Descripción geológica de la Patagonia. YPF, III: 74-197. Buenos Aires. Secretaría de Minería de la Nación SEGEMAR – IGRM Dirección de Geología Ambiental y Aplicada. Dinámica costera de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

Gómez, A. (2003) Dinámica costera de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Provincia de Chubut. Serie contribuciones técnicas. Peligrosidad geológica N° 7.

Dirección de Geología ambiental y aplicada. SEGEMAR. Buenos Aires. Argentina. ISSN 0328-9052. Pp. 22.

Hirtz, N., Grizinik, M., Prez, H., (1996). Estudio geológico y de suelos del área del basural de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Inf. inédito UNPatagonia San Juan Bosco

Isla, F. I., Bértola, G. R., Farenga, M. O. Cortizo, L. C., (2001). Morfodinámica y balance sedimentario de playas del partido de Pinamar (1995- 1999), provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 56 (2) : 150- 160.

Isla, F. I., Bértola, G. R., Schnack, E. J., (2001). Morfología de playas meso y macromareales de Buenos Aires, Río Negro y Chubut. AAS Revista, vol. 8 n° 1: 51-60.

Isla, F. I., Schnack, E. J., (1984). Repoblamiento artificial de playas. Sus posibilidades de aplicación en la costa marplatense, provincia de Buenos Aires. IX Congreso Geológico Argentino, Actas VI: 202- 217. S. C. de Bariloche.

Kokot, R. R., Del Valle, M. C., Codignotto, J. O., (1996). Aspectos ambientales y riesgo geológico costero en zonas urbanas del Golfo San Jorge. Actas Asoc. Arg. Geol. Apl. Ing., vol X , 169-186.

Lavell, A. (2010) Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED. <http://www.desenredando.org>

Legarreta, L., (1994). Asociaciones de fósiles y hiatos en el Supracretácico-Neógeno de Patagonia: una perspectiva estratigráfico- secuencial. Ameghiniana (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.) 31(3: 257- 281). Buenos Aires.

López, R. A., Marcomini, S. C., (2000). Geomorfología y ordenamiento territorial del sector costero comprendido entre la ciudad de Miramar y el arroyo Nutria Mansa, partido de General Alvarado. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 55 (3): 251- 264.

Mac Karthy., (1998). Informe final del plan de trabajo. "Relevamiento y estudio del régimen climático de la provincia de Chubut". INTA E.E.A. Chubut.

Massera, C.B.; (2008) "Descripción, caracterización territorial y delimitación de Unidades de Gestión Comunitaria (UGC)". Trabajo inédito. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. UNPSJB. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Massera, C. B. comp. (2016) "Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión de Riesgo Urbano: Teoría y Fundamentos" en el Libro "Transformaciones territoriales en Patagonia: El uso de geotecnologías en el análisis del espacio geográfico." EDUPA. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina. pp 3-12.



Massera, C.B. comp. (2017) "Propuesta geo-metodológica para la gestión de riesgo de desastres: Experiencias prácticas en territorio." EDUPA. UNPSJB. Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.

Monti, A., Massera, C.B. (2012) "Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para el análisis de las dimensiones territorial y temporal del riesgo: El caso Caleta Córdova (Comodoro Rivadavia, Chubut)". En el libro Miradas Geográficas de la Patagonia. UNPSJB-IGEOPAT. EDUPA. Chubut. Argentina.

Rivas, N.E., (2008). Tesis de grado Licenciatura en Gestión Ambiental "Riesgo Ambiental asociado a los pozos petroleros dentro del ejido urbano de Comodoro Rivadavia", UNPSJB, Chubut, Argentina.

Sanguinetti, J. A., Ceresole, R., J., (1990). Erosión en márgenes de grandes embalses: Aplicación de un método para su pronóstico. Actas Asoc. Arg. Geol. Apl. Ing., vol V , 19- 35. Bs. As.

Sciutto, J., (2000). Hoja Geológica Comodoro Rivadavia, 4566- III. Provincia de Chubut. I. G. R. M., SEGEMAR. Buenos Aires.

Tchilinguirian, P. (2003) Evaluación de peligrosidad en el Barrio Divina Providencia. Provincia de Chubut. Serie contribuciones técnicas. Peligrosidad geológica N° 9. SEGEMAR. Buenos Aires. Argentina. ISSN 0328-9052. Pp 27.

### **Consulta de periódicos locales**

Diario Crónica

Diario El Patagónico

### **Capítulo 4: Diseño y desarrollo del SIG aplicado a la gestión del riesgo de desastres urbano**

Espinosa, L. (2013) "La gestión del conocimiento territorial". Alfaomega Ra-Ma. México D. F.

García Ruiz, L.; (2009) " Diseño de un modelo de datos geográfico que soporte la gestión en organizaciones ambientales". Universidad de Antioquía. Medellín. Colombia.

Iturburu, M. (2013) "Municipios argentinos. Potestades y restricciones constitucionales para un nuevo modelo de gestión". INAP, 2ª edición. Buenos Aires.

Maskrey, A. (1998) "Estrategias para el diseño e implementación de aplicaciones SIG para el análisis de riesgos". En Navegando entre Brumas. Capítulo 3, páginas 39-59. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. [www.desenredando.org](http://www.desenredando.org).

Núñez Mora, J.C. (2011) "Uso de la infraestructura de datos espaciales para la construcción de escenarios de riesgos en la prevención de desastres". Cuarta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2011. Memorias en CD-Rom, La Habana, 4 al 8 de abril de 2011. ISBN 978-959-7117-30-8

Vílchez Inga, C. (2015) "Gestión de la información geoespacial: Guía de buenas prácticas para la implementación de infraestructuras de datos espaciales institucionales". Presidencia del Consejo de Ministros - PCM. Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática-ONGEI. [www.giz.de/peru-pe](http://www.giz.de/peru-pe). Perú.

### **Capítulo 5: La implementación del SIG para la gestión del riesgo de desastres urbano.**

Bernabé Poveda, M.; López Vázquez, C. (2012). "Fundamentos de la Infraestructura de Datos Espaciales" UPM Press. Madrid. España.

Campos Vargas, M. y otros (2010). "Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales". Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 63, núm. 1, 2010, p. 71-82.

Bosque, S., Zamora, L., (2002), "Visualización geográfica y nuevas cartografías" GeoFocus, 2, 61-77.

Buzai, G., (2006), Geografía y sistemas de información geográfica, *en* Hiernaux, D., Lindón, A. (eds.) Tratado de Geografía Humana: México, D. F., Anthropos, 582-600.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), (2006), Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y municipales de Peligros y Riesgos: México, D. F., Cenapred-Sistema Nacional de Protección Civil, 389 p.

De la Beaujardiere, J., (2006), OpenGIS Web Map Server implementation specifications (en línea): Open Geospatial Consortium Inc., actualizado 15 de marzo de 2006, disponible en <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>, consultado 20 de octubre de 2009.

Open Geospatial Consortium (OGC), (2008), OCM Reference Model (en línea): Open Geospatial Consortium Inc., actualizado 11 de noviembre de 2008, disponible en <http://www.opengeospatial.org/standards/orf>, consultado 16 de octubre de 2009.

Padrón J., Prado, E., Chuvieco, E., (2004), Empleo de Servidores Cartográficos en Internet para la Gestión y Manejo de Desastres: Alcalá de Henares, España, Departamento de Geografía-Universidad de Alcalá, Reporte técnico, 7 p.

PostgreSQL Global Development Group, (1996), PostgreSQL 9.0.3 Documentation (en línea): POSTGRE SQL, actualizado 19 de marzo de 2007, disponible en <<http://www.postgresql.org/docs/manuals/>>, consultado 15 de octubre de 2009.

Ramsey, P., (2009), Manual PostGIS (en línea): PostGIS, actualizado 8 de febrero de 2009 disponible en <<http://postgis.refractor.net/documentation/postgis-spanish.pdf>>, consultado 3 de noviembre de 2009.

### **Sitios web de referencia**

<http://www.igeopat.org/>

<http://geografiayaccion.org/>

### **Servidores Provincia de Chubut**

<http://www.estadistica.chubut.gov.ar/sitio/inicio>

<http://www.catastro.chubut.gov.ar/cbtweb/forms/Main.aspx>

<http://www.cenpat-conicet.gov.ar/incendios-de-pastizales-prevenir-conocer-y-controlar/>

### **Servidores Nacionales**

<http://www.ign.gob.ar/sig>

<http://www.idera.gob.ar/>

<http://www.smn.gov.ar/>

<http://www.conae.gov.ar/index.php/espanol/>

<http://sig.segemar.gov.ar/>

<http://www.inpres.gov.ar/desktop/>

<http://inta.gob.ar/>

<https://sig.se.gob.ar/geoportal/>

<http://mapas.ambiente.gob.ar/>

### **Servidores Internacionales**

<http://www.onemi.cl/>

<http://www.sernageomin.cl/>

<https://www.usgs.gov/>

<https://www.nasa.gov/>

<http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/#anr>

### **Sistemas on line**

[http://www.zygrib.org/index.php?page=abstract\\_es](http://www.zygrib.org/index.php?page=abstract_es)

<http://leafletjs.com/>

<https://qgiscloud.com/>

[https://live.osgeo.org/es/overview/qgis\\_mapserver\\_overview.html](https://live.osgeo.org/es/overview/qgis_mapserver_overview.html)

<http://demo.qgis.org/>

<https://openlayers.org/>

<http://geoserver.org>

[http://live.osgeo.org/es/overview/geoserver\\_overview.html](http://live.osgeo.org/es/overview/geoserver_overview.html)

<http://www.opengeospatial.org/>

<http://spatialreference.org/ref/epsg/22185/>

Grupo de Usuarios de PostgreSQL de Argentina: <http://www.arpug.com.ar/trac>

Manual de usuario: <http://www.scribd.com/doc/5703210/Manual-del-usuario-de-PostgreSQL>

PostgreSQL PLUS

[http://www.enterisedb.com/products/postgres\\_plus\\_as/download.do](http://www.enterisedb.com/products/postgres_plus_as/download.do)

Sitio oficial de PostgreSQL: <http://www.postgresql.org>

Sitio oficial de PostGIS : <http://postgis.refrains.net/>

**ANEXOS**

## ANEXO I

Precipitaciones máximas registradas en diferentes años donde las mismas se han producido en corto tiempo con una cantidad que se aproxima a las medias mensuales, con lluvias excepcionales.

Fecha	Precipitaciones mm	Tiempo	Pérdidas
30 de diciembre de 1985	30,5	7 hs	
21 de abril de 1998	83,6	10 hs	
5 de febrero de 2009	20.5	24	
17 de febrero de 2010	42	26 hs	Tres muertes, 200 familias evacuadas, 800 viviendas afectadas, comercios y edificios inundados, vehículos destruidos, anegamiento de calles, corte de rutas, inconvenientes en red eléctrica, canales cloacales y pluviales, 21 familias evacuadas por inundación con petróleo por derrame de un pozo cerrado. Corte de Ruta Nacional 3 (Avenida Hipólito Irigoyen) entre Juan B. Justo y Namuncurá, socavamiento del terraplén por debajo de la carpeta asfáltica.
13 de abril de 2011	25	6 hs	50 evacuados principalmente en Barrio Moure
14 de enero de 2016	100	1 hora	30 autos arrasados por agua y lodo del Cerro Chenque, inundaciones, corte de electricidad. Los barrios más afectados fueron Pietrobelli, Jorge Newbery, Las Flores, La Floresta, San Martín, Abásolo, San Cayetano, 30 de Octubre, Abel

			Amaya, Saavedra, Mosconi, Km 8. Al menos 100 viviendas afectadas.
1 de enero de 2016	70	12 hs	Inundaciones, corte de electricidad, cloacas desbordadas, casas inundadas, calles anegadas. Las áreas más afectadas son las avenidas Roca, Constituyentes, Polonia, Chile, Lisandro de la Torre
29 de marzo al 8 de abril de 2017 Miércoles al viernes 31/3 7/4	287.5 mm 60 mm	48 hs 12 hs	Crisis meteorológica en la región. En CR colapsa la infraestructura por flujo de barro e inundaciones. Barrios más afectados Laprida, Km 8, Saavedra. San Cayetano, Juan XXII, Km 5, Stella Maris, Industrial, Km 14 y Km 17, Pietrobelli, Las Flores, La Floresta, Caleta Córdova, Restinga Ali, Astra. Más de 3000 evacuados, 6000 autoevacuados. 22 centros de evacuados.

## ANEXO II

## Problemas y oportunidades sugeridas a partir del temporal del año 2017

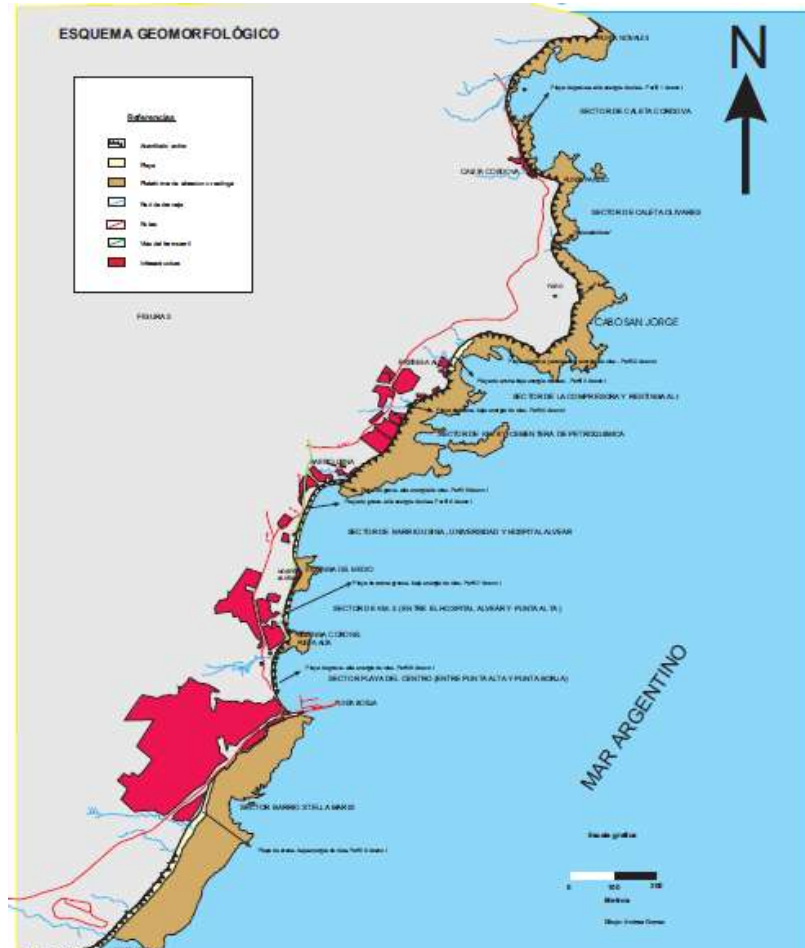
Barrio/Ciudad	Problema/Crisis	Oportunidad
Laprida	Pendiente Minas Don Ernesto y Don Alberto Cañadones que convergen en el barrio	Cañadones como espacio público
Juan XXIII - Oeste	Depresiones La Quinta pendientes empinadas de 25 y 30 °	Calle canal
Km 8	Arroyos y cañadones	Depresiones como zona de relleno
Arroyo La Mata Barrio Los Arenales	Falta establecer límite de ribera	Pluvial como área de restricción para la construcción de viviendas
Arroyos Cañadones	Falta establecer límite de ribera (normativa) Sistema de evacuación de agua-drenaje-pluviales	Cauces naturales establecer líneas de ribera como límite de expansión urbana Obras hídricas para frenar energía de agua con parques sociales
Ciudad/Barrio	Fuentes de <b>peligro</b> : Fuertes pendientes Deslizamiento en taludes de cerro Reptación de suelo Nivel del mar Pozos de petróleo que se activan con las lluvias Bajo salinizado de Cordón Forestal y Bella Vista Sur Retroceso de costa Área de cañadones <b>Vulnerabilidad</b> Conectividad Norte invisibilizado Transporte público de pasajeros Control de extensión compacidad en el centro Crítica cuestión social-petrolera	Vivido por amenidad Reconversión parque industrial Patrimonio industrial km 3, km 5, km 8 Astra (productos orgánicos de alimento) Periurbano Ferrocarril que da identidad a la ciudad Puerto Energías renovables  Organización territorial Descentralización Identidad territorial y cultural  Finalizar el aterrazamiento del Cerro Chenque  <b>Sensibilidad y reconocimiento del riesgo</b>  Diversificación productiva
Unión de Gestión Comunitaria		Descentralización Que permite establecer otros



(UGC)		centros de distribución de elementos frente a la emergencia.
Puerto y en Km 3		Dragado Transporte Proyecto inmobiliario y comercial Actividades deportivas y pesca Desarrollo de costa marítima
Ciudad	Agua acueducto Cloacas Tratamiento de efluentes	Mar Planta de tratamiento focalizado. Estudios de prefactibilidad Transformadores para colapso de cloacas
Ciudad	Transporte  Conflicto de intereses	Tranvia-Trole sobre calle Rivadavia para unir barrios y centros comerciales. Dos terminales Sistema integral de transporte
Espacios interurbanos	Basurales clandestinos	Espacio verde o social
Ciudad	Asentamientos	Sustentables con sistema de recuperación de agua pantallas solares Nuevos barrios
Circulación en la ciudad y la región	Circulación  Descomprimir RN 3	Camino costero Ruta 26 al puerto Túneles con igual cota barrios 13 de diciembre con Saavedra Túnel Rada Tilly con aeródromo Camino de circunvalación
Ciudad	Erradicar las playas de tanque dentro de la ciudad	
Periurbano Km 17 Km 18  Caleta Córdova  Astra  Diadema	Falta conectividad  Inundaciones  Puente	Sistema productivo Transporte

## ANEXO III

## Esquema geomorfológico de la costa de Comodoro Rivadavia



Fuente: Gómez, a.; Iantanos, N., Jones, M.; (2003) "Dinámica costera de la ciudad de Comodoro Rivadavia" ANEXO IV. Fig. 3 Dinámica costera. Serie Contribuciones técnicas Peligrosidad Geológica N 7. SEGEMAR. Buenos Aires. Argentina

**ANEXO IV**

**Fotografías representativas de los diferentes eventos adversos**

AÑO 2008



AÑO 2009



AÑO 2010



AÑO 2011



AÑO 2012

AÑO 2013



AÑO 2014



AÑO 2016



TEMPORAL 2017







